no abs √

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

NR. 39

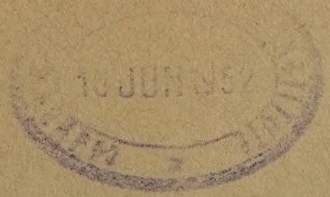
(BIND XI, HEFTE 2)

Reports of

The Norwegian Forest Research Institute

REDAKTØR:

PROFESSOR ERLING EIDE



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/meddelelser-fra-det-norske-skogforsoksvesen_1951_11_2

Forord.

Somrene 1949 og 1950 utførte Det norske Skogforsøksvesen en del undersøkelser over markberedningsarbeidet. Undersøkelsen omfattet mekanisert markberedning, som ble utført for midler tildelt av Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening, og manuell markberedning som ble utført for midler tildelt av Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.

Firmaet B. M. Heede, skogforvalter Jørgen Hope og gårdbruker Asbjørn Imset lånte ut markberedningsharver, og firmaene Eik og Hausken, Øivind Holtan og m/a Landbruk, samt Statens Skogvesen lånte ut traktorer til forsøkene.

Arbeidet ble planlagt og ledet av undertegnede. Under markarbeidet medvirket skogtekniker Tor Brokstad, skogassistent Kjell Bering, samt forstkandidatene Kjell Wibstad og Magnus Tennås. De tre siste har også hjulpet meg med beregningsarbeidet. Professor Elias Mork har ydet meg mange gode råd og den engelske oversettelsen er utført av fru Katrine Christie. Professorene Eide og Mork har lest gjennom avhandlingen. Jeg takker alle disse for verdifull hjelp og støtte.

Vollebekk, desember 1951.

Ivar Samset.

Innledning.

Utviklingen i de senere år, særlig etter siste krig, har ført til mangel på arbeidskraft og økede arbeidsomkostninger. Samtidig har det skjedd en rask utvikling på det tekniske område, kanskje et av de få goder man kan høste etter en krig.

Kulturarbeidene er et nødvendig ledd i et rasjonelt skogbruk. Gjennomføringen av dette arbeid har alltid vært truet av høye kulturomkostninger, og etter krigen har særlig kulturarbeidene fått lide under den manglende tilgang på arbeidskraft. Det har derfor vært naturlig å dra nytte av den tekniske utvikling også på dette område. Gjennom en mekanisering av kulturarbeidene søker vi å lette arbeidet og øke arbeidseffektiviteten så arbeidet kan gjennomføres med mindre arbeidskraft, og med mindre utgifter.

Markberedningen er et av de kulturarbeider man kunne ha forhåpninger om å mekanisere med godt resultat. Man kan vel si at hovedproblemet for en fullmekanisering på dette område er å finne en egnet trekkraft. Da det i den senere tid har dukket opp en del gode terrenggående traktorer, er vi kommet langt med denne del av problemet, og det gjenstod å finne harvtyper som gjør et tilfredsstillende markberedningsarbeid.

Gjennom årene er det konstruert en hel rekke forskjellige markberedningsharver, og man har oftest benyttet hesten som trekkraft. Svært mange av disse harvkonstruksjoner led av så store mangler, at de ikke har vunnet noe innpass i vårt skogbruk. Dels hadde de lett for å sette seg fast under bruk i vårt sterkt varierte skogterreng, dels utførte harvene et utilfredsstillende arbeid, og dels var de for tunge for hest og mannskap.

I 1938 kom denne utvikling i Norge inn i et nytt spor, idet skogforvalter JØRGEN HOPE, Kongsberg, konstruerte en hesteharv etter mølleprinsippet. På grunn av harvens utløsningsmekanisme ble den anvendelige under sterkt varierende terreng og markforhold, og den utførte en bra markberedning.

I 1948 lanserte gårdbruker ASBJØRN IMSET, Løten en ny type mølleharv, som ved siden av den manuelt betjente utløsningsmekanisme også var konstruert slik at den løste seg ut automatisk når harvjernene støtte på en jordfast stein eller liknende.

Denne harv ble først laget som hesteharv, men ble etterfulgt av en større modell, beregnet for traktor. Traktorharven viste seg å gjøre et helt utmerket markberedningsarbeide, men led til å begynne med av en del barnesykdommer. Konstruktøren la ned et stort og energisk arbeid gjennom forbedringer og prøver av harven. Disse eksperimenter ble utført i nært samarbeid med Det norske Skogforsøksvesen ved professor MORK og forfatteren, og med byråsjef TORALF AUSTIN i Landbruksdepartementet.

Skålharven er en annen av de mange harvtyper man har eksperimentert med etter krigen. De fleste av disse er montert foran på den hydraulisk regulerbare ramme på små beltetraktorer.

Etter forfatterens anvisninger bygget B. M. Heedes verksted en dobbelt skålharv til å henge etter traktoren i 1949. De barnesykdommer som harven til å begynne med led av, ble etter hvert eliminert gjennom stadige prøver og eksperimenter som ble utført i nært samarbeid med Skogforsøksvesenet. I 1950 var vi kommet så langt med forbedringene at den ble satt i produksjon av firmaet B. M. Heede. Harven viste seg å ta seg godt fram under vanskelige mark- og terrengforhold og den utførte et bra markberedningsarbeid.

På grunnlag av de eksperimentene jeg har nevnt, samt en praktisk vurdering av andre norske markberedningsharver, satte Skogforsøksvesenet i gang en undersøkelse over den mekaniserte markberedning i 1949. Formålet med undersøkelsen var å gi svar på følgende spørsmål:

1. Kan vi mekanisere markberedningsarbeidet under våre skog- og terrengforhold?

2. Hvorledes blir kvaliteten av markberedningsarbeidet ved bruk av traktorredskap og hesteredskap?
3. Hvilken arbeidseffektivitet kan oppnåes under markberedning med traktor- og hesteredskap og med manuell markberedning?
4. Hvorledes varierer arbeidseffektiviteten for forskjellige redskaper og manuelt arbeide under forskjellige mark- og terrengvanskeligheter?
5. Er det lønnsomt å mekanisere markberedningsarbeidet istedet for å utføre arbeidet manuelt?

Markarbeidet.

Arbeidet i marken ble utført sommeren 1949 i Langmoens skoger i Grue Finnskog og i Josef Torgersruds skoger i Grue Finnskog. Sommeren 1950 fortsatte arbeidet i Løten Almennings skoger. Her fantes endel egnede felter med forskjellig seighet i humusdekket og med forskjellige terrengvanskeligheter.

Under markberedningen benyttet vi følgende traktorer:

1. Oliver Cletrac HG-42 beltetraktor (fig. 1).
2. Bristol 20 beltetraktor (fig. 2).
3. MAN fire-hjulsdreven traktor (fig. 3).
4. Fordson Major med halvbelter av stål (fig. 4).

Samtlige traktorer ble kjørt av skogassistent KJELL BERING, under hele forsøket. Denne oppgave utførte han på en meget tilfredsstillende måte.

Det ble benyttet følgende markberedningsharver:

1. Hesteharver
   a) Hopes hesteharv (fig. 5).
   b) Imsets hesteharv.
   c) Mathiesens hesteharv.

2. Traktorharver.
   a) Imsets juniorharv (fig. 6)
   b) Imsets enkelte traktorharv (Imsets traktorharv I) (fig.7)

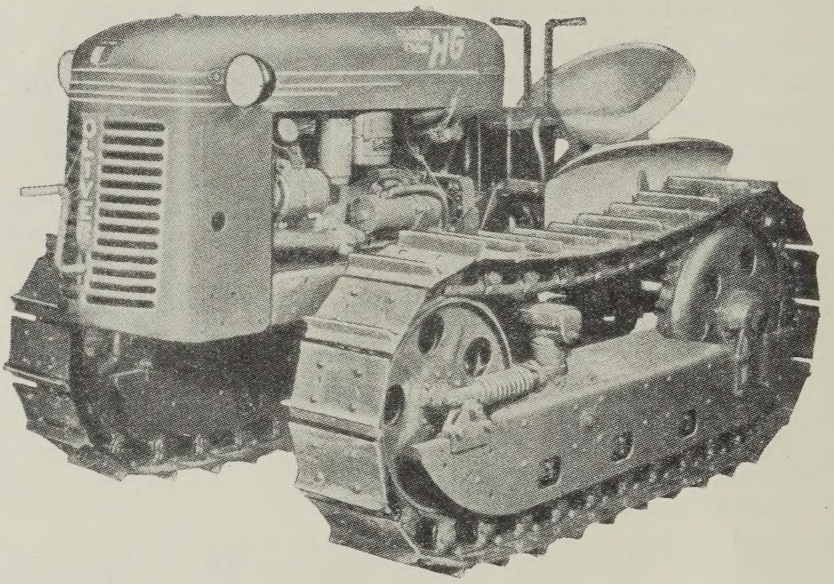


Fig. 1. Oliver Cletrac HG-42.

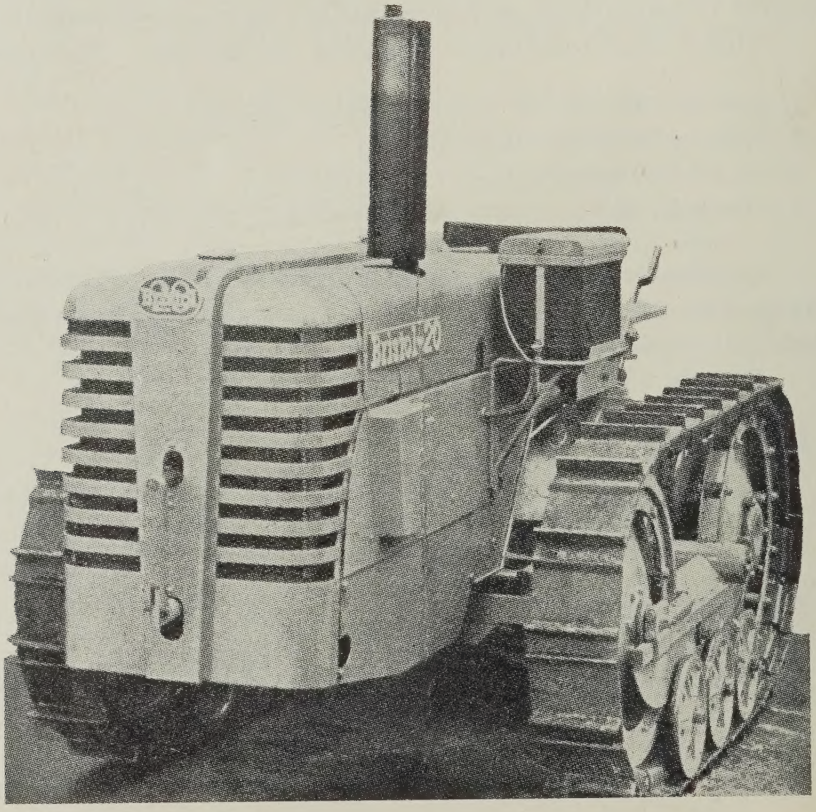


Fig. 2. Bristol- 20.

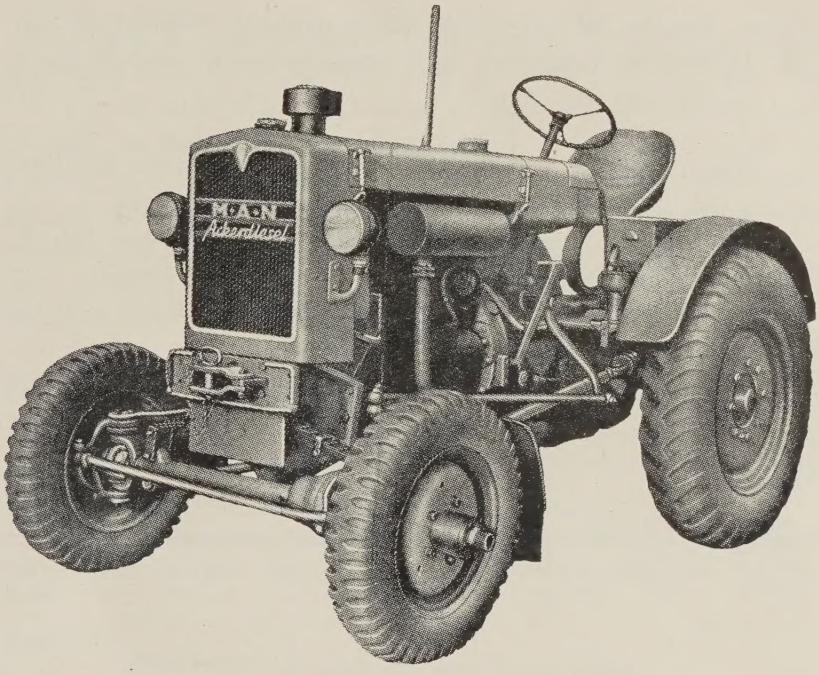


Fig. 3. MAN firehjulsdreven traktor.
MAN fourwheel-driven tractor.

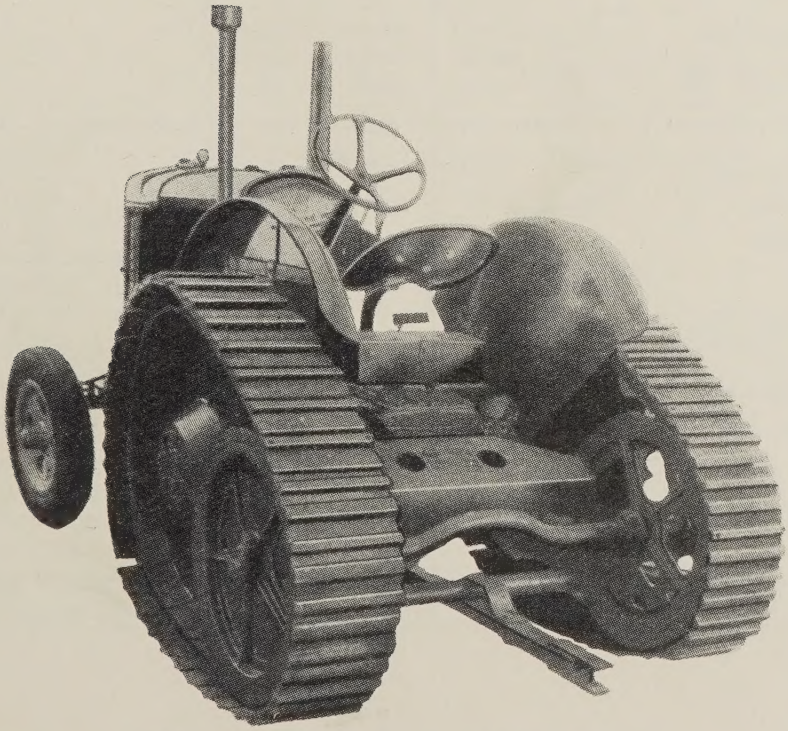


Fig. 4. Fordson Major med halvbelter.
Fordson Major with half-tracks.

c) Imsets dobbelte traktorharv (Imsets traktorharv II).
d) Heedes Skålharv, Skogforsøksvesenets modell (Skålharven) (fig. 8).

Tabell 1 gir en del tekniske data for de anvendte traktorer og i tabell 2 er sammenstillet en del data for harvene.

Fig. 9 viser prinsippet for skålharven (se også fig. 8). Harven består av to skålploger med 68 cm diameter. Ved hjelp av en arm er hver av disse festet til en ramme som har en trekkbom for tilkobling til traktoren.

Skålene kan stilles parallelt i transportstilling, slik at de

Tabell 1.

Oversikt over anvendte traktorer.

Traktor	Oliver Cletrac HG-42	Bristol- 20	MAN As-325	Fordson Major
Type	Beltetraktor	Beltetraktor	4-hjulsdreven traktor	Hjultraktor med halvbelter
Vekt (1000 kg)	1.6	1.4	2.2[1]	2.0
Totallengde (m)	2.31	2.42	2.94	3.21
Total bredde (m)	1.43	1.37	1.69	1.72
Klaring under(m)	0.47	0.36	0.38	0.48
Hjuldimensjon Foran	Belter	Belter	6.00 × 16	6.00 × 19
Bak			9.00 × 24	Halvbelter
Brensel	Petroleum	Bensin	Dieselolje	Petroleum
Motor effekt (HK)	30	22	25	29
Hastighet 1 gear	3.3	2.9	3.5	3.0
Km/time 2 -	5.1	4.6	5.6	4.2
3 -	8.4	9.4	8.0	13.4
4 -	—	—	11.7	—
5 -	—	—	20.0	—

[1] Væskefylte bakhjul.

ruller uten å angripe bakken når harven trekkes framover. Da festes skålenes armer ved hjelp av bolter i hullene B_1—B_2.

For å sette skålene i arbeidsstilling, slik at de angriper bakken når harven trekkes framover, festes skålenes armer til hullene A_1—A_2. På tegningen er harven vist i arbeidsstilling. Skålene kan bringes i tre forskjellige vinkler i forhold til harvens lengde-akse, ved hjelp av hullene vist i A_1. Skålene kan likeledes stilles i forskjellige vinkler mot bakken ved at skålenes armer festes ved bolter til et av hullene vist i C.

Skålene kan altså stilles i forskjellige vinkler i forhold til horisontal- og vertikalplanet, og reguleres i en slik stilling som passer best for markdekket, idet harven arbeider grunnere jo mer loddrett-stillet skålene er. Skålharven lager to striper med markberedningsflekker for hver tur.

Da skålene kan dreie fritt om sin akse, setter de seg sjelden fast i stubber eller stein, men hvis dette skjer, kan hele harven

Tabell 2.

Oversikt over anvendte markberedningsharver.

	Hesteharver		Traktorharver			
	Hopes heste-harv	Imsets heste-harv	Imsets junior harv	Imsets enkelte traktor-harv	Imsets dobbel-traktor-harv	Skål-harven
Harvtype	Trom-mel-harv.	Mølle-harv.	Mølle-harv.	Mølle-harv.	Mølle-harv.	Skål-harv.
Antall kryss, tromler eller skåler	1	1	1	1	2	2
Vekt, kg	130	70	100	260	650	330
Total lengde, cm	46	165	245	266	270	200
Total bredde. Arbeids-stilling, cm	90	48	48	63	223	185
Total bredde. Tran-sportstilling, cm	—	—	—	—	—	110
Kryssets eller skålens diameter, cm	48	78	78	111	111	68
Kryssets eller trom-melens bredde, cm	76	39	39	47	47	—
Arbeidsbredde, cm	30	20	20	36	36	35

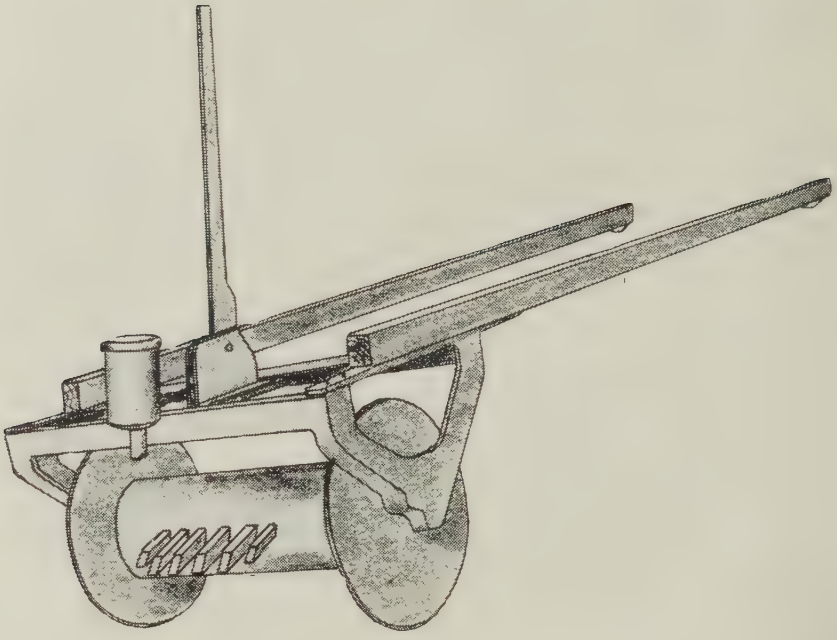


Fig. 5. Hopes hesteharv.
Hope horsedrawn harrow.

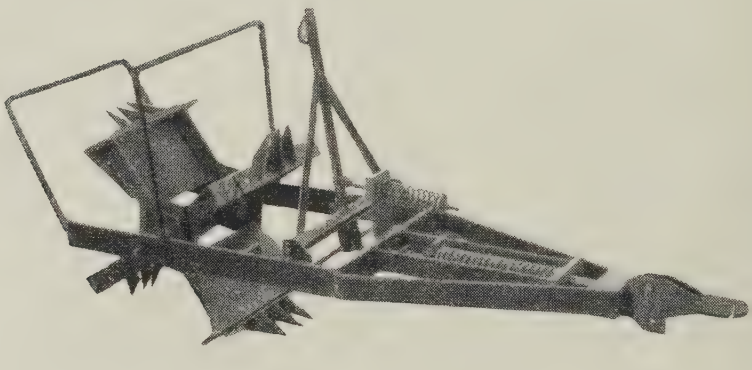


Fig. 6. Imsets juniorharv.
Imset juniorharrow.

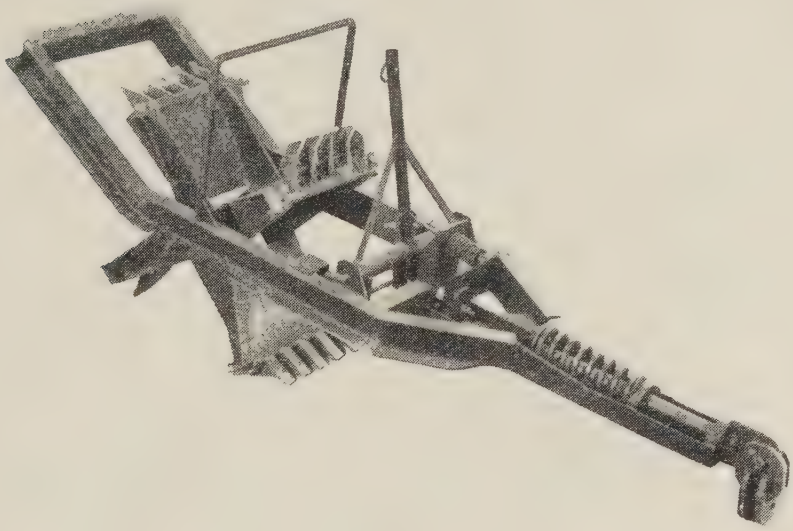


Fig. 7. Imsets traktorharv I.
Imset tractorharrow I.

Fig. 8. Skålharven. (Transportstilling).
Disk harrow.

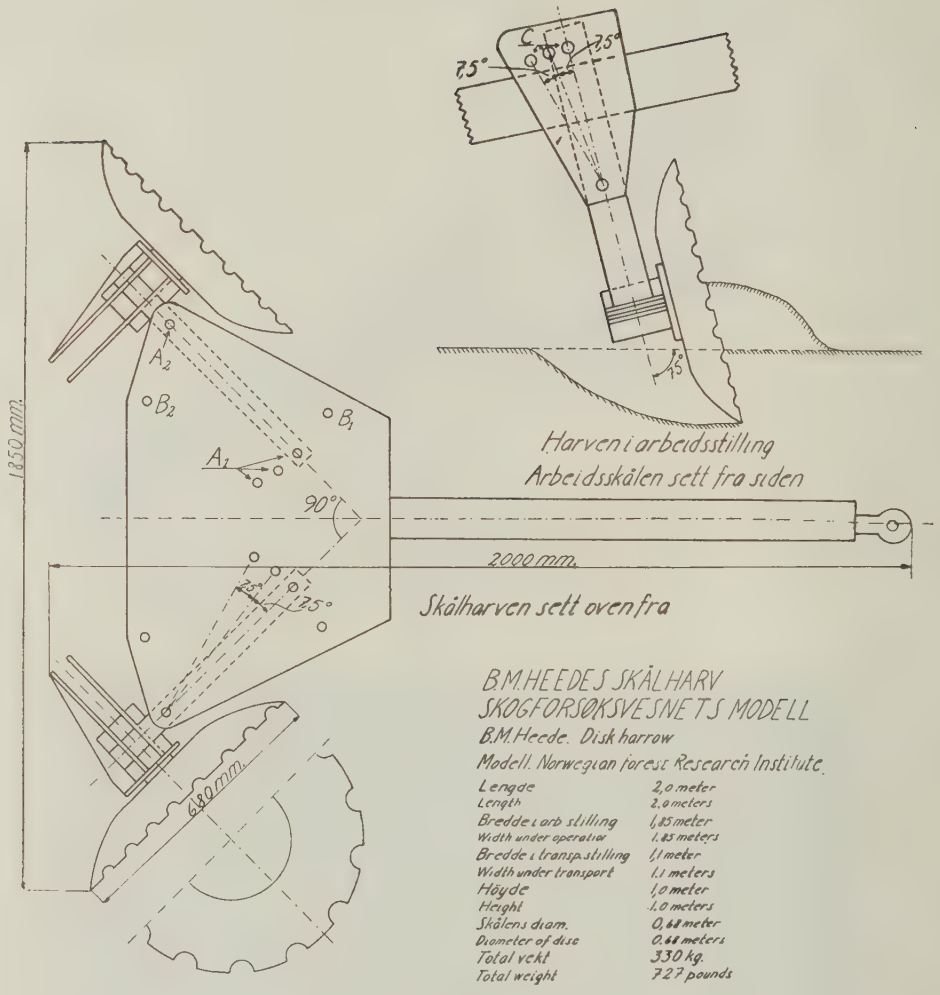


Fig. 9.

løftes opp fra bakken ved hjelp av traktorens vinsj. En mann er derfor nok til å betjene både traktor og harv.

Fig. 10 viser prinsippet for Imsets enkelte traktorharv. (se også fig. 7). Harven består av en ramme, hvis forreste ende kobles til traktoren. I rammen er det montert et kryss (G) som består av fire harvjern. Krysset hindres i å gå rundt ved bolten C slik at en av de fire harver angriper bakken og lager en markberedningsflekk når harven trekkes framover. Når

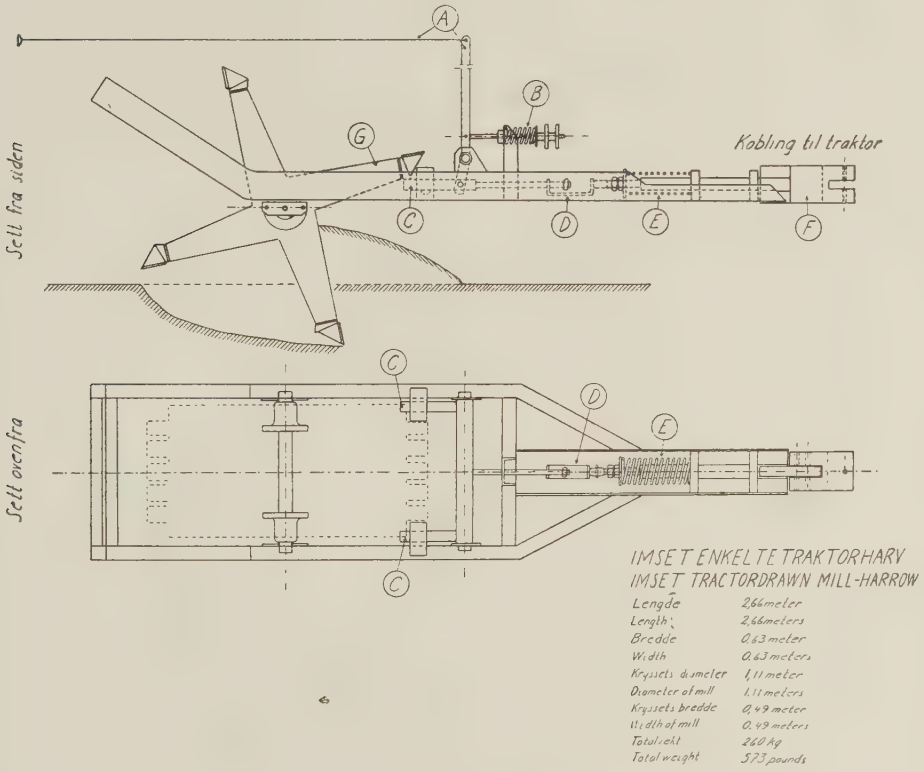


Fig. 10.

flekken er stor nok, eller når det har samlet seg fullt av kvist og torv i harven, trekkes armen A tilbake av medhjelperen ved hjelp av tauet A. Derved skyves bolten C framover, og krysset løsner så det går en kvart omdreining rundt. Medhjelperen slipper da håndtaket (A) slik at det går tilbake ved hjelp av fjæren B. Derved går også bolten C tilbake, og holder krysset fast mens avflekkingen på neste rute foregår.

Hvis harven treffer en jordfast stubbe eller stein, vil fjæren E presses sammen p. g. a. trekket fra traktoren. Når presset kommer over en viss kraft som kan reguleres ved skruene i D, vil bolten C bli trukket fram, slik at krysset løsner og går en kvart omdreining rundt til neste harv angriper bakken. Når krysset løsner opphører mesteparten av presset i fjæren E, slik at bolten C går tilbake på plass, og fortsatt holder krysset i arbeidsstilling.

På denne måten kan altså krysset løsnes så vel ved manuell betjening, som automatisk når presset på harven blir for stort.

Tennene i spissen på hver av de fire harvjern i krysset er utskiftbare, og man velger en type som passer for markdekket. Imsets enkelte traktorharv lager en stripe med markberedningsflekker for hver tur.

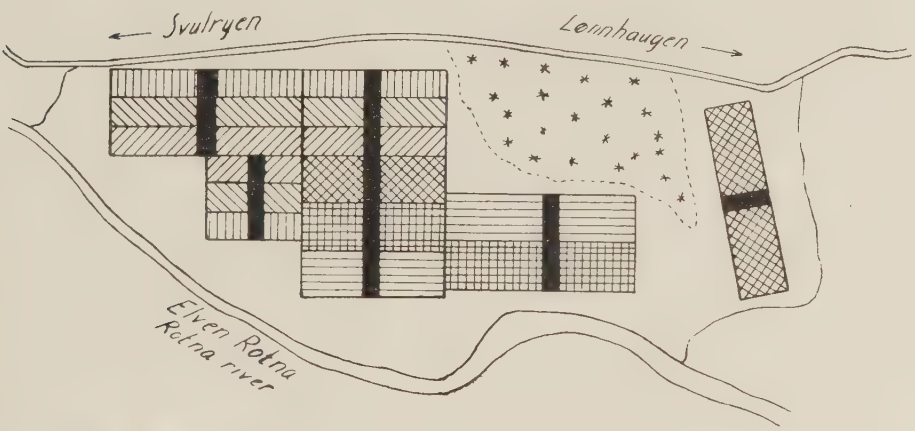
Under markberedningen trenges det en mann til å betjene traktoren og en mann til betjening av harven.

Prinsippet for virkemåten er den samme for alle Imset-harvene, men dimensjonene er forskjellig. Juniorharven er en middels tung type, som kan trekkes av hest eller mindre traktor. I denne undersøkelse er den bare brukt etter traktor. Imsets dobbelte traktorharv er i virkeligheten to enkelte traktorharver, koblet sammen i en ramme. Den må trekkes av traktor, og lager to striper med markberedningsflekker for hver tur.

Imsets hesteharv har meget til felles med Hopes hesteharv. Begge bygger på mølleharvprinsippet. Hopes harv mangler imidlertid automatisk utløsningsmekanisme og harvjernene står festet til en trommel istedetfor på et kryss som ved Imset-harven. Den siste modell av Hopeharven har en viss avfjæring i draget så påkjenningen på hesten blir mindre, når harvjernene tar tak i bakken. Ellers er virkemåten for Hopes og Imsets hesteharver nokså lik.

Mathiesens hesteharv består av tre kremmerhusformede harvtenner som risper i bakken når hesten trekker harven framover. Harven er lett for hesten, og setter seg sjelden fast på grunn av terreng- eller markvanskeligheter. Men det viste seg at hvis det var en viss seighet i markdekket, f. eks. en middels seig blåbærmark, ble markberedningsresultatet etter harven av meget dårlig kvalitet. Den oppnådde bare et brukbart resultat når humusdekket var så tynt at markberedning vanligvis er overflødig. Harven har derfor liten praktisk interesse, og vil ikke bli behandlet nærmere i det følgende.

Før markberedningen begynte ble de enkelte felter oppdelt i rektangulære ruter, markert med peler. For hesteharvene var rutene 15 meter brede og for traktorharvene 30 meter brede. Rutelengden varierte etter forholdene fra 50 m — 150 m (se fig. 11). Rutene ble lagt i en slik rekkefølge og retning at samtlige traktorer ble prøvet under like mark- og terrengforhold. Videre



Revisjonsstripe
Control row

Mathiesens hesteharv
Mathiesen horse harrow

Hopes hesteharv
Hape horse harrow

Imsets hesteharv
Imset horse harrow

MAN-traktor. Imsets traktorharv II
MAN tractor. Imset tractor harrow II

Bristol-traktor. Imsets traktorharv I
Bristol tractor. Imset tractor harrow I

MAN-traktor. Imsets traktorharv I
MAN tractor. Imset tractor harrow I

Fig. 11.

ble det skiftet traktorer foran harvene slik at hver traktor ble prøvet med flere harver på hvert felt. Hver kombinasjon av traktor og harv eller hest og harv ble altså prøvet på en eller flere ruter på hvert felt. Fig. 11 viser et eksempel på ruteinndelingen på et felt.

Arealet omkring rutene ble brukt til øvelseskjøring og for å regulere harvene slik at de passet for markforholdene på feltet.

Under markberedningen innenfor de oppmerkete ruter ble det foretatt tidsstudier, slik at markberedningen av hver rute dannet et avsluttet studium. Etterat markberedningen var

Tabell 3.

Sammendrag av undersøkt markberedningsareal i dekar.

Survey of investigated screefed area in 0.1 hectare.

Felt nr. *Plot No.*	Markberedt år *Year of screefing*	Vegetasjonstype[1] *Vegetation type*[1]	Gjennomsnittlig humustykkelse i cm *Mean thickness of humus layer in cms.*	Steininnhold *Contents of stones*	Kvistdekning *Degree of slash-coverage*	Vanskelighetsklasse *Roughness of ground class*	Trekkraft *Traction*										Sum *Total*
							Bristol beltetraktor *Bristol crawler tractor*	Oliver Cletrac HG - 42			Fordson Major m. halvbelter *Fordson Major with half tracks*	M.A.N. firehjulsdreven traktor *M.A.N. four-wheel driven tractor*		Hest *Horse*			
							Imsets traktor harv I *Imset tractor harrow I*	Imsets traktor harv I *Imset tractor harrow I*	Imsets junior harv *Imset junior harrow*	Skålharven *Disk harrow*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	Imsets traktor harv I *Imset tractor harrow I*	Imsets traktor-harv II *Imset tractor harrowII*	Imsets hesteharv *Imset horse harrow*	Hopes hesteharv *Hope horse-harrow*	Mathiesens hesteharv *Mathiesen cultivator*	
1	1949	1	3.0	2	1	1	4.4	—	—	—	—	4.4	4.4	3.4	3.4	3.4	23.4
2	»	2	5.7	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	3.0	2.6	—	5.6
3	»	3	7.0	1	2	3	—	—	—	—	4.2	1.2	3.0	—	—	—	8.4
4	»	3	6.9	1	2	2	12,9	—	—	—	—	12.9	—	4.7	3.3	2.1	35.9
5	»	2	4.0	2	1	2	2.0	—	—	—	5.0	—	—	1.0	2.0	1.0	10.0
6	1950	3	4.5	2	2	3	—	22.5	—	7.5	—	—	—	—	—	—	30.0
7	»	3	5.9	2	1	3	—	16.3	—	8.7	—	—	—	—	—	—	25.0
8	»	3	4.0	2	1	2	—	3.0	—	3.0	—	—	—	—	—	—	6.0
9	»	3	6.4	2	1	2	—	24.0	—	18.0	—	—	—	—	—	—	42.0
10	»	2	3.0	1	1	2	—	6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0
11	»	1	3.0	1	1	2	—	—	7.2	—	—	—	—	—	—	—	7.2
12	»	1	2.3	3	2	2	—	—	—	16.5	—	—	—	—	—	—	16.5
Sum *Total*							19.3	71.8	7.2	53.7	9.2	20.5	7.4	12.1	11.3	6.5	219.0

[1] Vegetasjonstyper: 1 = lavmark med tyttebærlyng og røsslyng. *Cladonia type.*
[1] *Vegetation type:* 2 = Moserik skog med blåbærlyng. *Holocomium-myrtillus type.*
3 = Blåbærmark. *Myrtillus type.*

ferdig ble det lagt ut 10 meter brede revisjonsstriper vinkelrett på ruteretningen. Hvis ruten var over 100 meter lang ble det lagt ut to revisjonsstriper, slik at takstprosenten ved revisjonen av markberedningsresultatet varierte fra 10 % — 20 %. I alt omfatter undersøkelsen 219 dekar markberedt areal. I dette areal inngår ikke markberedningen utenom rutene. Tabell 3 gir en oversikt over det undersøkte markberedningsareal.

For å undersøke hvorledes omkostningene og kapasiteten ved den maskinelle markberedning stiller seg i forhold til manuelt arbeide, ble det foretatt tidsstudium over manuell markberedning sommeren 1950. Undersøkelsen ble utført i Høveren distrikt i Eidsvoll Værks skoger, hvor vi fant egnede forsøksfelter til dette formål.

Her hadde man allerede drevet med markberedning på akkord i 2 år, og det fantes øvet mannskap som var skikket for undersøkelsen. I undersøkelsen deltok 8 skogarbeidere (se tabell 4) som ble fulgt med nøyaktig tidsstudium. Samtlige arbeidere hadde deltatt i akkord-markberedning tidligere, og hadde en god arbeidsteknikk.

Tabell 4.

Forsøksarbeidernes data.

Date for workers taking part in the screefing.

Arbeider *Worker*	Alder *Age*	Kroppstype *Body type*	Tidligere markberedt antall år *Number of year worked with screefing*
A	17	Leptosom	3
B	19	Atletisk	3
C	18	Atletisk	3
D	16	Atletisk	3
E	18	Atletisk	4
F	17	Leptosom	2
G	16	Leptosom	1
H	15	Atletisk	1

Under markberedningen ble brukt Morks plantehakke. Mork (1949) undersøkte en del forskjellige markberednings-

metoder i Ljørdalen statsskog. Han fant at avflekkingsmetoden gav et ganske godt kvalitativt resultat, idet det etter 4 år stod planter i ca. 40 % av de markberedte flekker. Dette resultat er ca. 25 % dårligere enn etter avflekking med smuldring. Men tar man også hensyn til arbeidsprestasjonene, gav avflekkingsmetoden den minste kulturutgift for et bestemt antall effektive flekker. Med effektive flekker forstår en her planteførende flekker 12 år etter markberedningen.

Avflekkingsmetoden er altså den metode som i følge MORK gir den mest økonomiske manuelle markberedning. Da dessuten de undersøkte harver gir et markberedningsresultat som nærmest likner på det resultat man får etter avflekkingsmetoden, ble vi stående ved å bruke denne metode.

Mannskapet arbeidet i lag på 4 mann. Arbeiderne A—D dannet et lag og arbeiderne E—H et annet. Hver mann ble fulgt av en tidsstudiemann under arbeidet. Hver markberedt stripe ble merket med arbeiderens nummer, og etterat markberedningen var avsluttet, ble det kvalitative markberedningsresultat vurdert under en revisjon. Samtidig med revideringen gjennomførte vi en bedømmelse av mark- og terrengvanskelighetene. Bedømmelsen og revideringen ble utført for hver femte flekk, eller 20 % av samtlige markberedte flekker.

I alt omfatter undersøkelsen 16 464 markberedningsflekker, eller et markberedt areal på 51,61 dekar. Dette tilsvarer gjennomsnittlig 318,98 flekker pr. dekar. Det markberedte areal fordeler seg slik:

Blåbærmark	18,98 dekar
Moserik skog med lyng	32,63 »
Ialt	51,61 dekar

Framgangsmåten ved undersøkelsen.

Undersøkelsen ble gjennomført som et detaljert tidsstudium, idet en tidsstudiemann fulgte hvert av de undersøkte redskaper eller hver av de undersøkte arbeidere. Tidsstudiet ble utført etter null-stillingsmetoden, idet tidsforbruket for hver deloperasjon ble notert med 1/100 minutts nøyaktighet.

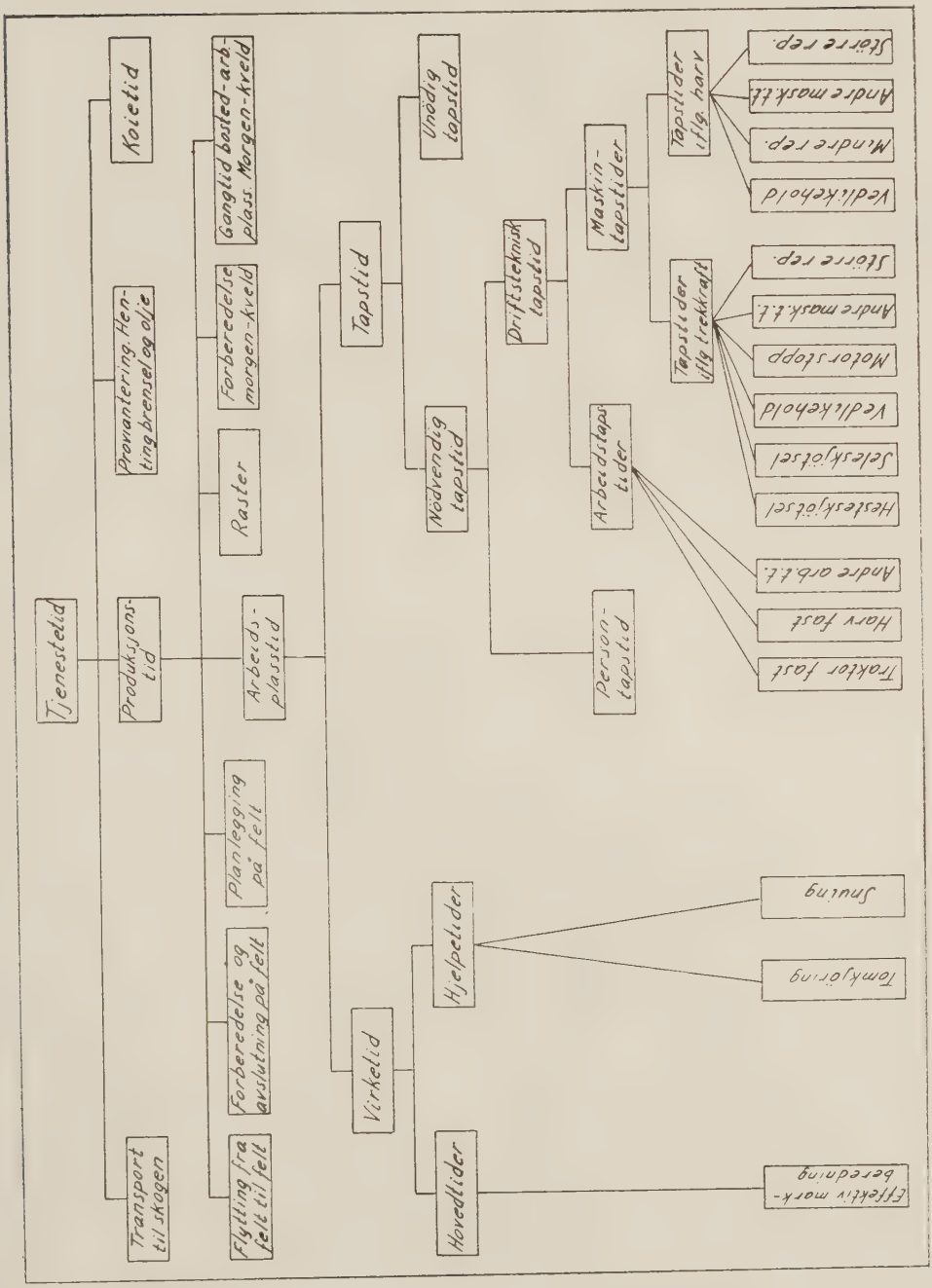

Tjenestetid
Transport til skogen
Produksjonstid
Proviantering. Henting brensel og olje
Koietid
Flytting fra felt til felt
Forberedelse og avslutning på felt
Planlegging på felt
Arbeidsplasstid
Raster
Forberedelse morgen-kveld
Ganglid bosted-arb.-plass. Morgen-kveld
Virketid
Tapstid
Hovedtider
Hjelpetider
Nødvendig tapstid
Unødig tapstid
Person-tapstid
Driftsteknisk tapstid
Arbeidstapstider
Maskin-tapstider
Tapstider iflg. trekkraft
Tapstider iflg. harv
Traktor fast
Harv fast
Andre arb.t.t.
Hesteskjøtsel
Seleskjøtsel
Vedlikehold
Motorstopp
Andre mask.t.t.
Større rep.
Vedlikehold
Mindre rep.
Andre mask.t.t.
Større rep.
Effektiv markberedning
Tomkjøring
Snuing

Fig. 12.

Vi har bare undersøkt selve arbeidsplasstiden, som omfatter den tiden maskiner eller arbeidere er i virksomhet på feltet. Tidene for de enkelte deloperasjoner som arbeidet består av er enten hovedtider, hjelpetider eller tapstider. Hovedtider og hjelpetider danner tilsammen virketidene. Hvis man legger tapstidene til virketidene framkommer arbeidsplasstiden. Angående prinsippene for oppdeling av arbeidsplasstiden i de enkelte deloperasjonstider, henvises forøvrig til »Hogstundersøkelser i norsk granskog« side 411—413 (SAMSET 1950).

Inndeling av arbeidsplasstiden i de enkelte deloperasjonstider er vist i fig. 12 for mekanisert markberedning, og fig. 13 for manuell markberedning.

Samtidig med tidsstudiet, eller under revideringen av markberedningskvaliteten etter markarbeidets avslutning, ble det foretatt en bedømmelse av arbeidsvanskelighetene. Det ble brukt følgende inndeling:

Kvistdekning:

1. Kvisten dekker mindre enn 10 % av arealet.
2. Kvisten dekker 10 % — 50 % av arealet.
3. Kvisten dekker mere enn 50 % av arealet.

Kvistmengde:

1. Tynt dekke. Enkelt lag kvist, marken skimtes i gjennom.
2. Tykt dekke. Flere lag kvist.

Vegetasjonstype:

Landskogtakseringens inndeling.

Seighet i Humusdekket:

1. Råtne trevler i humusdekket.
2. Tørre, seige trevler i humusdekket.
3. Friske seige trevler i humusdekket.

Humustykkelsen:

Humusdekkets tykkelse i cm.

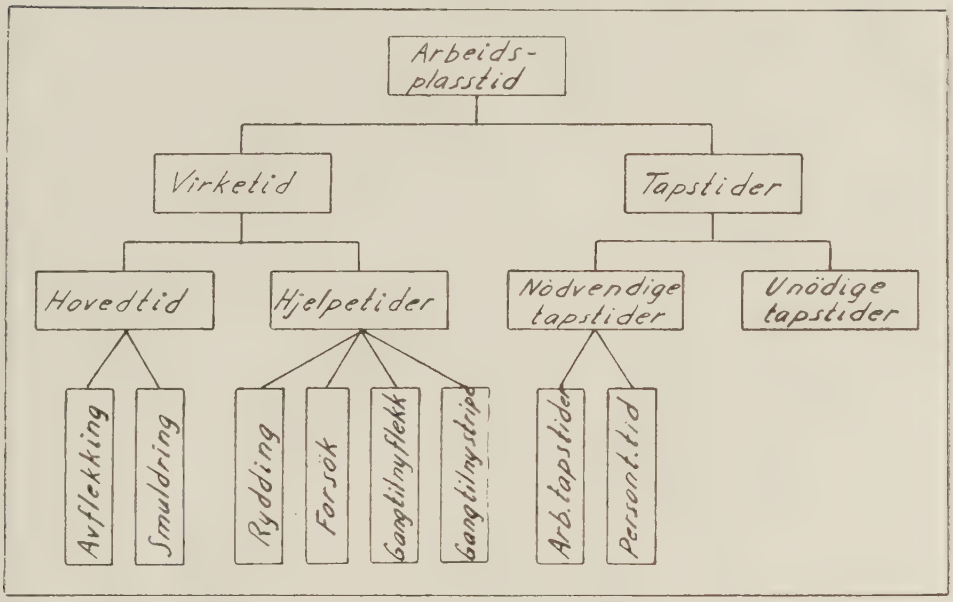


Fig. 13.

Terrenghelling:

1. Flatt eller omtrent flatt terreng.
2. Hellende terreng.

Steininnhold: Hermed menes større stein i marken pluss det areal som hindres av steinen under markberedningen.

1. 0—10 % stein i marken.
2. 10—50 % stein i marken.
3. Mere enn 50 % stein i marken.

Vanskelighetsklasse: Hermed menes hindringer i terrengoverflaten for traktorer eller harver i form av store stubber, eller oppstikkende store stein. Det er skilt ut tre vanskelighetsklasser, nemlig:

1. Mindre enn 40 stubber eller store stein pr, dekar.
2. 40—120 stubber eller store stein pr. dekar.
3. Mere enn 120 stubber eller store stein pr. dekar.

Terrenget var ikke sjenerende bratt på noen av de under-

søkte felter. De bratteste hellinger var ca. 1 : 8. Dessuten forekom det ikke småkupert terreng. Hellingene var lange og stigningene stort sett jevne. For traktorharvene fant vi derfor intet utslag for terrenghelling, og heller ikke for steininnhold, idet denne faktor er tatt hensyn til i og med vanskelighetsklassene. For hesteharvene fant vi derimot en viss innflytelse både av terrenghelling og av steininnhold.

Under en revisjon etter markberedningens avslutning ble det foretatt en bedømmelse av kvaliteten av det utførte arbeid. Her skilte vi mellom brukbare og ubrukbare flekker, idet de ubrukbare flekker ble holdt utenfor ved den senere bearbeiding av materialet. De brukbare flekker ble inndelt i:

a. Flekker flådd ned til mineraljord.

b. Flekker flådd i humusdekket.

Da også den omvendte torv som harvene velter opp kan danne spireleie for frø, ble den målt på samme måten som markberedningsflekkene. Dette ble bare gjort for traktorharvene.

For hver av disse kategorier målte vi flekkens eller torvens areal i dm^2. Minste flekkstørrelse som ble tatt med var 4 dm^2. For maskinell markberedning ble dessuten målt antall flekker innen hver revisjonsstripe. For den manuelle markberedning målte vi avstand mellom flekkene. Avstanden mellom markberedningsstripene, og lengden av markberedningsstripene ble målt både for den maskinelle og for den manuelle markberedning.

Bearbeidingen av materialet.

Under bearbeidingen søkte jeg å finne fram til hvorledes de enkelte faktorer øver innflytelse på resultatet, såvel når det gjelder prestasjonene som det kvalitative markberedningsresultat. Innflytelsen av disse faktorer er framstillet i funksjoner. Funksjonene er numerisk utjevnet etter minste kvadraters metode.

A. Manuell markberedning.

Revisjonen av det kvalitative markberedningsresultat viste at en del av flekkene ikke var flådd helt ned til mineraljorden.

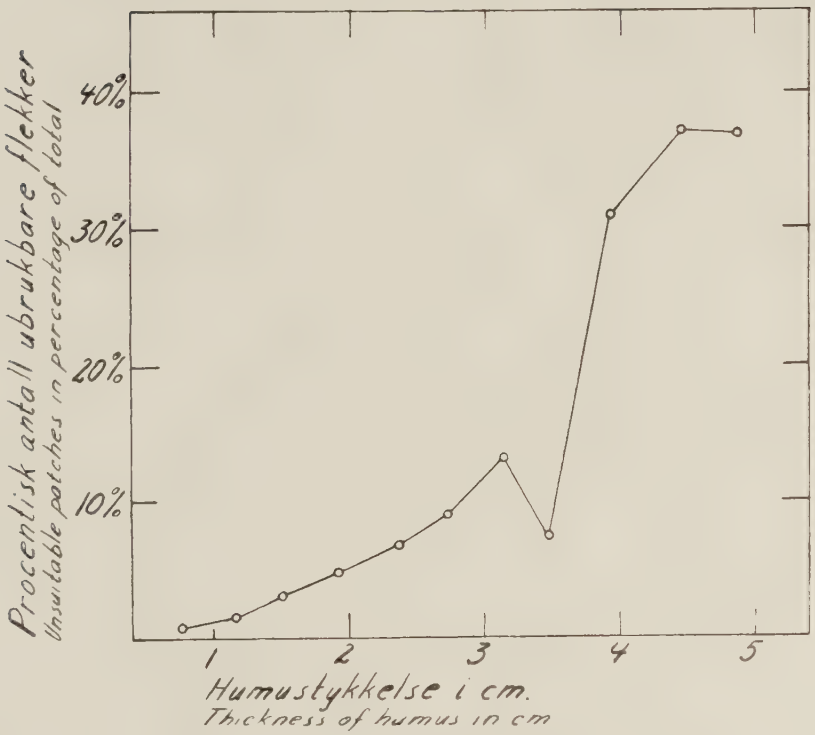


Fig. 14. Prosent ubrukbare flekker ved manuell markberedning.
Persentage of unsuitable patches in manual screefing.

Slike flekker må ansees for lite egnet som såsenger for frø, og det viste seg at jo tykkere humusdekket var, dess større del av flekkene var ufullstendige markberedt. De arbeidere som utførte markberedningen må ansees som meget dyktige, og de hadde fått god instruksjon om hvorledes markberedningen skulle utføres. For ikke å påvirke den normale arbeidsrytme ble arbeiderne ikke påvirket noe av tidsstudiemennene under arbeidet.

Fig. 14 viser det kvalitative resultat etter markberedningen. Når humusdekket var 5 cm tykt var altså hele 37 % av samtlige flekker ubrukbare. Med ubrukbare flekker mener en her flekker som ikke er flådd helt ned til mineraljorden.

Dette er forsåvidt et nedslående resultat, i betraktning av at samtlige arbeidere må regnes som høyt kvalifiserte. Årsaken

må delvis være at arbeidet ble utført på akkord, og at akkordbetalingen var den samme enten humusdekket var tynt eller tykt. Arbeiderne søker derfor å holde den samme prestasjon på de vanskelige som på de lettere markslag, hvilket går ut over arbeidskvaliteten på de vanskelige markslag. En annen årsak er at markberedningen ble utført i lag på 4 mann. Disse arbeidet seg fram på hver sin stripe, slik som det vanligvis praktiseres. Hvis humusdekket var ekstra tykt i en av stripene, søkte arbeideren likevel å holde samme fart som de øvrige i laget. Dette kunne bare skje ved at det gikk ut over kvaliteten av arbeidet.

For å belyse hvorledes prestasjonen varierer med markvanskelighetene under forutsetning av at alle flekker blir flådd ned til mineraljord, ble det på et av feltene foretatt en supplering av markberedningen. Arbeidslaget gikk over feltet og flådde de ufulstendige flekker ned til mineraljord. Den tiden som gikk med til å utføre deloperasjonen avflekking for hver av disse flekker ble notert av tidsstudiemannen. Denne økningen i markberedningstid pr. flekk, spesifisert for forskjellige humustykkelser ble senere lagt til tiden for hver av flekkene som bare var flådd ned i humusdekket.

Under bearbeidingen av materialet er benyttet følgende betegnelser:

h = humusdekkets tykkelse i cm
dm^2 = flekkens størrelse i dm^2
m = avstand mellom flekkene i meter
D = stripens lengde i meter
L = feltets bredde i meter
f = avflekningstid og ryddingstid pr. flekk i 1/10 min.
g' = gangtid til ny flekk i 1/10 min.
g'' = gangtid til ny stripe i 1/10 min.

Rydding. Før bearbeidingen av selve flekken kunne begynne, måtte kvisten ryddes vekk. Tiden for dette avhenger av kvistmengden, og den gjennomsnittlige ryddingstid pr. flekk i 1/10 minutter er

kvistmengde 0 : 0,077 $\pm$ 0,006 1/10 min.
kvistmengde 1 : 0,136 $\pm$ 0,008 1/10 min.

Dette gjelder normale kvistmengder slik det forekommer når et felt har ligget et par år etter snauhogst av et hogstmodent granbestand. Hvis markberedningen skal utføres under kvisthauger, blir ryddingstiden langt større.

Avflekking. Den tid som gikk med for å flå av humusdekket ned til mineraljorden er avhengig av flekkens størrelse og humusdekkets tykkelse. Det viste seg å være en sterk sammenheng mellom seigheten i humusdekket og humustykkelsen og likeledes mellom vegetasjonstypen og humustykkelsen. Et lignende resultat er Bo Flodman kommet til under en undersøkelse over manuell markberedning 1942. Da en får tatt fornøden hensyn til disse faktorer ved hjelp av tykkelsen av humusdekket har jeg valt å bruke humustykkelsen som grunnlag for å klassifisere vanskeligheten under avflekkingen. Denne størrelse er også fordelaktig til bruk i praksis, fordi den kan defineres målemessig. Avflekkingstiden i 1/10 minutter varierer på følgende måte med flekkstørrelse og humustykkelse:

$$f = 0{,}0693 \cdot dm^2 + 0{,}7987 \cdot h + 1{,}75 \qquad (1)$$

Korrelasjonskoeffisienten er $R = 0{,}86$, og materialets spredning i forhold til den utjevnede funksjon er $S = 8{,}64\ \%$. Regresjonskoeffisientenes middelfeil er

$$\sigma_{b\mathrm{dm}^2} = 11{,}96\ \%\ \text{av}\ b_{\mathrm{dm}^2}\ \text{og}\ \sigma_{bh} = 2{,}87\ \%\ \text{av}\ b_h.$$

Det kan synes forbausende at avflekkingstiden varierer forholdsvis lite med flekkstørrelsen. Dette skyldes at arbeiderne fikk beskjed om å lage flekkene minst 3 × 3 dm² store. Det stod dem ellers fritt å lage flekkene så store de ønsket. Det var derfor en tendens til at flekkene ble større på de tynnere enn på de tykkere humusdekker. Funksjonen gir derfor sikrest resultat for verdier i nærheten av den gjennomsnittlige flekkstørrelse i materialet, hvilket er 13,4 dm² pr. flekk. Funksjonen gir derimot en bra beskrivelse av humustykkelsens innflytelse på avflekkingstiden.

Gang til ny flekk.

$$g' = 0{,}5122 \,.\, m \div 0{,}19 \qquad (2)$$

Her er korrelasjonskoeffisienten 0,97 og materialets spredning omkring den utjevnede funksjon $S = 19{,}30$, %. Regresjonskoeffisientens middelfeil er $\sigma_{bm} = 1{,}22$ % av b_m.

Funksjonen gjelder innen området 0,5 m — 3,0 meters avstand mellom flekkene. Den gjennomsnittlige avstand mellom flekkene i materialet var 2,09 meter. Dette tilsvarer gjennomsnittlig 319 markberedningsflekker pr. dekar, idet avstanden mellom stripene var 1,5 meter. Det viste seg at arbeiderne tok større avstand mellom flekkene på de tykkere enn på de tynne humusdekker. Det var en meget høy korrelasjon mellom flekkavstand og humustykkelse, nemlig $R = 0{,}88$. Derimot fant vi ingen tendens til økning i flekkavstanden på grunn av kvistmengden eller steinholdighet i marken. Økningen i flekkavstand på grunn av trykkere humusdekke må dels skyldes lagvirkningen slik som beskrevet for flekkvalitetens vedkommende, og dels skyldes det at akkordprisen er konstant og uavhengig av om marken har tynt eller tykt humusdekke. Arbeiderne lager stor avstand mellom flekkene på de tykkere humusdekker, for å bli fortere ferdig på disse marker, så de kan komme over på lettere marker.

Det kan derfor slåes fast at hvis akkordprisen ikke varierer med humusdekkets tykkelse, vil flekkene bli laget mindre og mer ufullstendige, og avstanden mellom dem bli større, jo tykkere humusdekket er.

Man kan naturligvis bedre dette forhold ved en stadig og nøyaktig kontroll under markberedningen. Men en langt bedre og greiere måte er å la akkordbetalingen øke med humustykkelsen. Dette gir samtidig en gunstigere betalingsform, idet det må være riktig at arbeidernes fortjeneste er den samme, uansett markvanskelighetene.

Gang til ny stripe

$$g'' = 0{,}1222 \cdot L + 7{,}88 \qquad (3)$$

Her er $R = 0{,}37$, $S = 26{,}47$ % og $\sigma_{bL} = 13{,}97$ % av b_L.

Funksjonen viser at arbeiderne gikk tilbake for å begynne på en ny stripe med en gjennomsnittlig hastighet av 4,91 km pr. time.

De enkelte deloperasjonstider kan omregnes til å gjelde tider pr. dekar. Ved å summere deloperasjonstidene framkommer virketiden for manuell markberedning pr. dekar. Hvis vi forutsetter et forband av flekker på 1,5 × 1,5 m, kan *virketiden pr. dekar* utledes på følgende måte: (alle tider er regnet i 1/10 minutter).

Avflekkingstid pr. stripe:

$$F' = n_1 \cdot f$$

n_1 = antall flekker pr. stripe $= \frac{L}{1{,}5}$

Ved å innføre funksjonen for f. (formel 1) fåes:

$$F' = 0{,}0462 \cdot L \cdot \mathrm{dm}^2 + 0{,}5325 \cdot L \cdot h + 1{,}22 \cdot h$$

Avflekkingstid pr. felt:

$$F = F' \cdot n_2$$

n_2 = antall striper pr. felt.

Ved å multiplisere $n_2 = \frac{D}{1{,}5}$ med formelen for F' fåes:

$$F = 0{,}0308 \cdot D \cdot L \cdot \mathrm{dm}^2 + 0{,}3550 \cdot D \cdot L \cdot h + 0{,}8133 \cdot D \cdot L \quad (4)$$

Gangtid mellom flekkene pr. felt:

$$G' = n_1 \cdot n_2 \cdot g'$$

Ved å multiplisere $n_1 = \frac{L}{1{,}5}$ og $n_2 = \frac{D}{1{,}5}$ med funksjoner for g' (formel 2) fåes:

$$G' = 0{,}2571 \cdot D \cdot L \quad (5)$$

Gangtid til ny stripe pr. felt:

$$G'' = n_2 \cdot g''$$

Ved å multiplisere $n_2 = \frac{D}{1{,}5}$ med funksjonen for g'' (formel 3) fåes:

$$G'' = 0{,}0815 \cdot D \cdot L + 5{,}2533 \cdot D \quad (6)$$

Virketid pr. felt framkommer ved å summere tidene for avflekking, gang mellom flekkene og gang til ny stripe:

$$Z = F + G' + G''$$

$$Z = 0{,}0308 \cdot D \cdot L \cdot \mathrm{dm}^2 + 0{,}3550 \cdot D \cdot L \cdot h + 1.1519 \cdot D \cdot L + 5{,}2533 \cdot D \qquad (7)$$

Virketid pr. dekar (V):

$$V = Z \cdot \frac{1000}{L \cdot D}$$

I dette uttrykk innføres funksjonen for z (formel 7):

$$V = 30{,}8 \cdot \mathrm{dm}^2 + 355{,}0 \cdot h + 5253{,}3 \cdot \frac{1}{L} + 1151{,}9$$

Arbeidsplasstid pr. dekar ($A_{1,5}$).

Arbeidsplasstiden er virketiden tillagt tapstidene.
Da tapstidene er funnet å være $p = 18{,}12\ \%$ av virketidene (se side 224) finnes arbeidsplasstiden pr. dekar slik:

$$A_{1,5} = V \cdot \frac{100 + p}{100} = V \cdot 1{,}1812$$

Innfører vi formelen for virketiden (V) i dette uttrykk, fåes:

$$A_{1,5} = 36{,}4\ \mathrm{dm}^2 + 419{,}0 \cdot \mathrm{h} + 6205{,}2 \cdot \frac{1}{L} + 1360{,}6 \qquad (8)$$

Hvis den gjennomsnittlige flekkstørrelse er 13,4 dm², blir arbeidsplasstiden pr. dekar for 1,5 meters forband:

$$A_{1,5} = 419{,}0 \cdot h + 6205{,}2 \cdot \frac{1}{L} + 1848{,}4 \qquad (9)$$

Hvis markberedningsflekkenes forband er 2,0 m kan på samme måte utledes at arbeidsplasstiden pr. dekar er:

$$A_{2,0} = 20{,}4\ \mathrm{dm}^2 + 235{,}9\ h + 4563{,}9 \cdot \frac{1}{L} + 859{,}0 \qquad (10)$$

Hvis den gjennomsnittlige flekkstørrelse = 13,4 dm², blir arbeidsplasstiden pr. dekar for 2,0 meters forband:

$$A_{2,0} = 235{,}9\ h + 4563{,}9 \cdot \frac{1}{L} + 1132{,}4 \qquad (11)$$

Det sees at feltets bredde ikke øver noen innflytelse på arbeidsplasstiden pr. dekar for den manuelle markberedning. Derimot har feltets lengde en viss innflytelse. Under planleggingen av markberedningen i praksis, bør man legge stripe-retningen så vidt mulig samme vei som terrenget heller, idet det letter arbeidet å markberede i motbakke. Men hvis feltet er flatt, lønner det seg å legge stripene i feltets lengderetning, fordi markberedningen tar kortere tid jo lengere feltet er, mens feltets bredde ikke øver noen innflytelse på tiden. Med feltets lengde og bredde menes her den gjennomsnittlige lengde og bredde av feltet.

Når arbeidsplasstiden pr. dekar er funnet, kan man regne ut prestasjonen for markberedningen i antall dekar pr. effektiv time slik:

$$X = \frac{600}{A} \text{ dekar pr. time.} \qquad (12)$$

B. Maskinell markberedning.

Under markberedning med traktor- og hesteharver kjørte vi paralelle striper over feltet. Etterat en stripe var ferdig, snudde hesten eller traktoren og markberedte den neste stripe tilbake. Kjøretiden langs stripen og snutiden for å ta fatt på neste stripe ble målt hver for seg. Da vi også målte stripens lengde, ble den gjennomsnittlige kjøretid pr. meter regnet ut for hver stripe.

For traktorharvene fant vi at vanskelighetsklassene uttrykt ved antall store stubber eller stein pr. dekar (se side 201) øvet innflytelse på kjøre- og snutiden.

For hesteharvene var det kvistmengden, steininnholdet i marken og terrenghellingen (se side 201) som øvet innflytelse på tidene.

For hver av disse klasser ble den gjennomsnittlige kjøretid

pr. meter (b) og den gjennomsnittlige snutid (a) regnet ut. Dessuten er middelfeilen på disse gjennomsnittsverdier (m) regnet ut ved hjelp av observasjonenes spredning omkring de gjennomsnittlige verdier av (*a*) og (*b*) : $m = \frac{\sigma}{n}$

Disse middelfeil brukes til å finne om det er påviselig forskjell i kjøretiden pr. meter eller snutiden for to forskjellige harver eller to forskjellige av de nevnte vanskelighetsklasser for samme harv.

La oss kalle den gjennomsnittlige kjøretid pr. meter for første harv = b_x og for andre harv = b_y. Forskjellen i kjøretid for de to harver er da = $b_x \div b_y$. Middelfeilen for b_x kaller vi m_x, og middelfeilen for b_y kaller vi m_y. Differansens middelfeil blir da $m_{diff} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$. Hvis differansen mellom de to harvers kjøretid pr. meter er like stor eller større enn tre ganger differansens middelfeil, ansees forskjellen for påviselig. (diff $\geqq 3 \cdot m_{diff}$).

Den samme framgangsmåte brukes også for å undersøke om det er sikker forskjell i snutiden for to harver, to forskjellige vanskelighetsklasser, kvistmengder, eller terrenghellinger m. v. for samme harv.

Gjennomsnittstidene for snuing og kjøring er oppgitt i tabell 5 for hesteharvene og i tabell 6 for traktorharvene.

Etter at de forskjellige faktorer som øver innflytelse på snutid og kjøretid pr. meter er funnet blir markberedningstiden pr. stripe for hver av disse klasser beregnet ved hjelp av formelen:

$$y = a \cdot L + b \qquad (13)$$

Her er:

y = markberedningstid pr. stripe i 1/10 min.
a = kjøretid pr. meter i 1/10 min.
L = stripens lengde i meter
b = snutiden i 1/10 min.

Markberedningstiden pr. dekar for de forskjellige harver og vanskelighetsklasser, kvistmengder osv. kan så beregnes på følgende måte:

Tabell 5.

Oversikt over ligninger for markberedningstid pr. stripe i 1/10 min.Hesteharver. (y = ax + b).

Summary of the eliminated functions for time per screefed row in 1/10 minutes. Horse harrows. (y = ax + b).

Mannskap *Crew*	Harvtype *Harrow type*	Seighet i humus *Toughness of humus*	Kvistmengde *Depth of slash*	Terrenghelling *Terrain Gradient*	Markberedningsningstid pr. meter (a) *Screefing time per meter (a)*	σ_a	Snutid (b) *Turning time* (b)	σ_b
1 mann *One man*	Hope	2	2	1	0.4284	0.0444	4,03	0.24
		2	1	1	0.4613	0.0163		
		2	1+2	1	0.4449	0.0233		
	Imset	2	2	2	0.4795	0.0197	4,60	0,22
		2	2	1	0.4438	0.0417		
2 mann *Two men*	Hope	3	2	1	0.3790	0.0337	4,25	0,17
		2	2	1	0.2895	0.0066		
		2	1	1	0.3252	0.0183		
	Imset	3	2	1	0.3646	0.0127	4,25	0,13
		3	1	1	0.3237	0.0104		
		2	1	1	0.3237	0.0105		
		2+3	1	1	0.3237	0.0070		

Tabell 6.

Oversikt over ligninger for markberedningstid pr. stripe i 1/10 min. Traktorharver. ($y = ax + b.$)

Summary of eliminated functions for time per screefed row in 1/10 minutes. Tractor-drawn harrows. ($y = ax + b.$)

Traktor *Tractor*	Harvtype *Harrow type*	Vanskelighetsklasse *Roughness of ground Class*	Markberedningstid pr. m (a) *Screefing time per meter (a)*	σ_a	Snutid (b) *Turning time* (b)	σ_b
Oliver Cletrac HG—42	Imsets traktor harv I	3	0.2516	0.0016	2.67	0.09
		2	0.2556	0.0017	2.88	0.08
	Imset tractor harrow I	2+3	0.2540	0.0012	2.79	0.06
Oliver *Cletrac* HG—42	Skålharv. *Disk harrow*	3	0.3182	0.0023	2.70	0.21
		2	0.2863	0.0027	3.28	0.13
		2+3	0.2931	0.0028	3.15	0.11
	Imsets juniorharv *Imset jnr. harrow*	2	0.2105	0.0021	1.87	0.11
Bristol beltetraktor *Bristol crawler tractor*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	3	0.3716	0.0099	5.29	0.35
		2	0.2234	0.0024	4.18	0.22
Fordson Major m. halvbelter *Fordson Major with half tracks*		2	0.2579	0.0109	4.43	0.23
M. A. N. 4-hjulsdreven traktor *M. A. N. four-wheel-driven tractor*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	3	0.3885	0.0242	5.30	0.43
		2	0.3162	0.0063	5.53	0,19
		1	0.1961	0.0065	3.33	0.08
	Imsets traktor harv II *Imset tractor harrow II*	3	0.4690	0.0257	6.40	0.74
		1	0.2698	0.0052	4.71	0.29

Virketiden pr. felt i 1/10 min. (z).

$z = n \cdot y.$

n = antall striper pr. felt = $\frac{D}{t}$

D = feltets bredde

t = avstand mellom to markberedningsstriper

For skålharven er $t = 2{,}75$ m, idet harven lager to striper for hver tur, og avstand mellom harvens skåler (center til center) er 1,25 meter.

For Imsets dobbelte traktorharv er $t = 3{,}00$ meter.

For de øvrige harver er $t = 1{,}50$ meter.

Ved å multiplisere $n = \frac{D}{t}$ med

funksjonen for y (formel 13) fåes:

$$z = \frac{a}{t} \cdot L \cdot D + \frac{b}{t} \cdot D \qquad (14)$$

Virketid pr. dekar i 1/10 minutter (V)

$$V = z \cdot \frac{1000}{L \cdot D}$$

I dette uttrykk innføres funksjonen for z (formel 14)

$$V = \frac{1000 \cdot a \cdot L + 1000 \cdot b}{L \cdot t} \qquad (15)$$

Arbeidsplasstiden pr. dekar i 1/10 minutter (A)

Arbeidsplasstiden er virketiden tillagt tapstider.

Da tapstiden er beregnet i % av virketiden får vi:

$A = V \cdot q$

Her er V = virketiden

$$q = \frac{100 + p}{100}$$

p = tapstidsprosenten.

Ved å innføre funksjoner for V (formel 15) fåes:

$$A = \frac{1000 \cdot a \cdot L \cdot q + 1000\, b \cdot q}{L \cdot t} \qquad (16)$$

Prestasjonen i dekar pr. time av arbeidsplasstiden kan finnes på følgende måte:

$$X = \frac{600}{A}$$

Ved å innføre funksjoner for arbeidsplasstiden pr. dekar (formel 16) i dette uttrykk fåes så funksjonen for prestasjonen i dekar pr. time av arbeidsplasstiden:

$$X = \frac{6\,Lt}{10\,aLq + 10\,bq} \qquad (17)$$

På grunnlag av verdien for kjøretid pr. meter pr. stripe (a), snutiden (b), tapstidsprosenten (p) og avstanden mellom hver stripe (t) er prestasjonen under markberedningen i dekar pr. effektiv time regnet ut etter funksjoner oppgitt i formel 17. Utregningen er utført for de forskjellige harver, for de forskjellige vanskelighetsklasser, kvistmengder, steininnhold i marken og terrenghellinger. Resultatet av denne utregning er oppgitt i tabell 7 for hesteharvenes vedkommende, og i tabell 8 for traktorharvenes vedkommende.

Det sees av formel 17 at feltets bredde ikke øver noen innflytelse på prestasjonene. Derimot øker prestasjonen under markberedningen, jo lenger feltet er.

Prestasjonen alene sier ikke nok om harvens eller trekkraftens brukbarhet til markberedning. Av enda større viktighet er det at harven utfører et kvalitativt brukbart arbeide.

Som nevnt side 202 undersøkte vi de forskjellige harvers kvalitative markberedningsresultat, ved å måle opp:

1. Totalt areal markberedte flekker.
2. Areal av flekker flådd ned til mineraljord.
3. Totalt antall markberedte flekker.
4. Antall flekker flådd ned til mineraljord.
5. Totalt areal omvendt torv etter markberedningen.
6. Areal omvendt torv med mineraljord.

Resultatet ble omregnet til å gjelde areal flekker i dm^2 pr. dekar eller antall flekker pr. dekar. Det ble funnet god sam-

Tabell 7.

Bestemmelse av ligninger for antall dekar markberedt areal pr. time av arbeidsplasstiden. Hesteharver.

Estimation of equations for total screefed area in 0.1 hectare per hour of production time at working place. Horse-drawn harrows.

Mannskap *Crew*	Harvtype *Harrow type*	Seighet i humus *Toughness of humus*	Kvistmengde *Depth of slash*	Terrenghelling *Terrain. Gradient*	Tapstid *Lost time* p %	Tapstid $q = \frac{100 + p}{100}$	Avstand mellom stripene (t) *Space between the screefed rows (t)*	Virketid *Basis time* Markberedningstid pr. m i 1/10 min. (a) *Screefing time per meter in 1/10 min. (a)*	Virketid *Basis time* Snutid i 1/10 min. (b) *Turning time in 1/10 min.* (b)	Ligninger (x) *Equations* (x)
1 mann *One man*	Hope	2	2	1	31.80	1.3180	1.50	0.4284	4.03	$\frac{L}{0.6274 \cdot L + 5.902}$
		2	1	1	31.80	1.3180	1.50	0.4613		$\frac{L}{0.6755 \cdot L + 5.902}$
	Imset	2	2	2	29.41	1.2941	1.50	0.4795	4.60	$\frac{L}{0.6895 \cdot L + 6.614}$
		2	2	1	29.41	1.2941	1.50	0.4438		$\frac{L}{0.6381 \cdot L + 6.614}$
2 mann *Two men*	Hope	3	2	1	31.80	1.3180	1.50	0.3790	4.25	$\frac{L}{0.5550 \cdot L + 6.224}$
		2	2	1	31.80	1.3180	1.50	0.2895		$\frac{L}{0.4240 \cdot L + 6.224}$
		2	1	1	31.80	1.3180	1.50	0.3252		$\frac{L}{0.4762 \cdot L + 6.224}$
	Imset	3	2	1	29.41	1.2941	1.50	0.3646	4.25	$\frac{L}{0.5243 \cdot L + 6.111}$
		2+3	1	1	29.41	1.2941	1.50	0.3237		$\frac{L}{0.4654 \cdot L + 6.111}$

Tabell 8.

Bestemmelse av ligninger for antall dekar markberedt areal pr. time av arbeidsplasstiden. Traktorharver.

Estimation of equations for total screefed area in 0.1 hectare per hour of production time at working place. Tractor-drawn harrows.

Traktor *Tractor*	Harvtype *Harrow type*	Vanskelighetsklasse *Roughness of ground Class*	Tapstid *Lost time*		Avstand mellom stripene (t) *Space between the screefed rows (t)*	Virketid *Basis time*		Ligninger (x) *Equations (x)*
			p %	$q=\frac{100+p}{100}$		Markberedningstid pr. m i 1/10 min. (a) *Screefing time per meter in 1/10 min. (a)*	Snutid i 1/10 min. (b) *Turning time in 1/10 min. (b)*	
Oliver Cletrac HG — 42	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	3	17.98	1.1798	1.50	0.2540	2.79	$\frac{L}{0.3330 \cdot L + 3.657}$
		2	10.96	1.1096	1.50	0.2540	2.79	$\frac{L}{0.3132 \cdot L + 3.440}$
	Skålharven *Disk harrow*	3	22.09	1.2209	2.75	0.3182	2.70	$\frac{L}{0.2354 \cdot L + 1.998}$
		2	15.07	1.1507	2.75	0.2863	3.28	$\frac{L}{0.1997 \cdot L + 2.287}$
	Imsets juniorharv *Imset junior harrow*	2	19.71	1.1971	1.50	0.2105	1.87	$\frac{L}{0.2800 \cdot L + 2.487}$

Bristol-beltetraktor *Bristol crawler tractor*	*Imsets traktorharv I* *Imset tractor harrow I*	2	33.27	1.3327	1.50	0.2234	4.18	$\frac{L}{0.3308 \cdot L + 6.190}$
Fordson Major m. halvbelter *Fordson Major with half tracks*	Imsets traktor harv I *Imset tractor harrow I*	2	23.28	1.2328	1.50	0.2579	4.43	$\frac{L}{0.3533 \cdot L + 6.068}$
M. A. N. 4-hjuls dreven traktor *M. A. N. four-wheel driven tractor*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	3	19.25	1.1925	1.50	0.3885	5.30	$\frac{L}{0.5148 \cdot L + 7.023}$
		2	13.80	1.1380	1.50	0.3162	5.53	$\frac{L}{0.3998 \cdot L + 6.992}$
		1	7.60	1.0760	1.50	0.1961	3.33	$\frac{L}{0.2344 \cdot L + 3.981}$
	Imsets traktorharv II *Imset tractor harrow II*	3	36.01	1.3601	3.00	0.4690	6.40	$\frac{L}{0.3544 \cdot L + 4.836}$
		1	8.89	1.0889	3.00	0.2698	4.71	$\frac{L}{0.1632 \cdot L + 2.849}$

menheng mellom areal og antall flekker pr. dekar og vegetasjonstypen. En liknende sammenheng ble funnet mellom areal og antall flekker pr. dekar og seighet i humusdekket.

Da det på den annen side viste seg å være en god sammenheng mellom vegetasjonstypen, seigheten i humusdekket og tykkelsen av humusdekket, valte jeg å bruke sistnevnte faktor som grunnlag for gradering av humusdekket. Dette har bl. a. den fordel at tykkelsen av humusdekket kan måles, mens de to øvrige faktorer må bedømmes skjønnsmessig.

Jeg undersøkte hvorledes det kvalitative markberedningsresultat varierer med humustykkelsen ved å utjevne flekkarealet og antall flekker pr. dekar for de forskjellige harver med hensyn til humustykkelsen. For å eliminere skjønnet er utjevningen utført beregningsmessig etter minste kvadraters metode. Resultatet av denne utjevning er vist i tabell 9. Hvis to harver utfører et kvalitativt sett brukbart resultat, men den ene gjør bedre arbeid enn den andre, kan ikke prestasjonene for de to harver direkte sammenlignes.

Georg Callin (1949) har vist en metode for å unngå denne vanskelighet, ved å bruke markberedningstiden pr. standardflekk som grunnlag for sammenligningen. Som standardflekk har han valt en markberedningsflekk av størrelsen 35 × 35 cm². Hvis flekken har en bredde på 35 cm og en lengde på 150 cm, kalles dette to standardsflekker, idet en slik flekk gir plass for 2 planter i en avstand av 1,5 meter. Hvis flekken er 35 cm bred og 300 cm lang har den en størrelse tilsvarende 3 standardflekker, fordi den gir plass for 3 planter med 1,5 meters innbyrdes avstand. Vi ser altså at:

12,25	dm²	(3,5 dm × 3,5 dm)	tilsvarer	1	standardflekk.
52,25	»	(3,5 dm × 15,0 dm)	»	2	»
105,00	»	(3,5 dm × 30,0 dm)	»	3	»

osv.

(Callin har funnet at forholdet mellom den gjennomsnittlige størrelse av markberedningsflekkene og standardflekken teoretisk kan beskrives ved formelen

$$y = 1 + 1{,}9\ x \div 10^{\div 5{,}2\ x}.$$

La oss anta at arbeidsplasstiden pr. flekk under markberedning med en harv er 0,074 minutter. Hvis den gjennom-

snittlige flekkstørrelse er 16 dm², tilsvarer dette 1,15 standardflekker. Arbeidsplasstiden pr. standardflekk er da $\frac{0{,}074}{1{,}15} =$ 0,064 minutter. Vanligvis oppgis heller antall timer pr. 1000 standardflekker. I eksemplet ovenfor tar det altså 1,07 timer pr. 1000 standardflekker med denne harv.

Callins fremgangsmåte for sammenligning av markberedningsresultatet er særlig interessant, fordi sammenligningen kan utføres med entydige begreper.

Standardflekkene som sammenligningsgrunnlag for forskjellige redskaper må imidlertid utføres med forsiktighet. Man kan f. eks. få samme tid pr. 1000 standardflekker når harven bruker lang tid til å blottlegge et forholdsvis stort flekkareal, som når den på kort tid blottlegger et lite flekkareal pr. dekar. Selv om tiden pr. 1000 standardflekker er den samme for disse harver, er det ikke sikkert at de er like gode. Det kan hende at den ene av harvene egner seg bra for markberedning, mens den andre er helt ubrukbar, fordi den utfører et for dårlig kvalitativt arbeide.

Tiden pr. 1000 standardflekker sier derfor intet om hvorvidt en harv er brukbar eller ikke, og sammenlikningen bør derfor kun skje samtidig med en vurdering av det kvalitative markberedningsresultat for hver av de harver som sammenliknes.

Som tidligere nevnt varierer prestasjonene under markberedning med feltets lengde og med mark- og terrengvanskelighetene. Sammenlikningen av markberedningstid pr. 1000 standardflekker for forskjellige harver blir derfor bare riktig på betingelse av at disse forhold er like. Her svikter etter min mening Callins undersøkelser endel, fordi han ikke konsekvent har utført sammenlikningen for de samme feltlengder og terrengvanskeligheter. Dessuten er Callins undersøkelser gjennomført på felter med forholdsvis tynt humusdekke. (2—4 cm). Da noen harver gir bra resultat på tynne humusdekker, mens andre gjør et bedre arbeid på tykkere dekker, ville en fått bedre bilde av harvenes brukbarhet om undersøkelsen også hadde omfattet felter med tykt humusdekke.

Endelig bør nevnes at Callin har brukt virketiden for beregning av tid pr. 1000 standardflekker. Men de forskjellige harver og traktorer har forskjellige tapstider når mark- og terreng-

Tabell 9.

Oversikt over ligninger for de undersøkte harvers kvalitative markberedningsresultat.

Summary of the eliminated functions for the qualitative screefing results of the harrows examined.

X = humustykkelse i cm.
thickness of humus layer in cm.

y_I = sum markberedte flekker i dm² pr. dekar.
total area of screefed patches in sq. dm. per 0.1 hectare.

y_{II} = antall markberedte flekker pr. dekar.
number of screefed patches per 0.1 hectare.

y_{III} = sum areal av omvendt torv i dm² pr. dekar.
total area of turf turned over in sq. dm. per 0.1 hectare.

Ligningen refererer til *Equations refer to*	Harvtype *Harrow type*	Type markberedningsflekker *Type of screefing patches*	Ligninger *Equations*	R	S %
Areal markberedte flekker pr. dekar *Area of screefed patches per 0.1 hectare*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_I = \div 459 x + 6789$	0.63	26
		Humusflekker *Patches of humus*	$y_I = + 355 x \div 912$	0.82	44
		Alle flekker *All patches*	$y_I = \div 104 x + 5877$	0.19	20
	Skålharven *Disk harrow*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_I = \div 940 x + 9565$	0.80	33
		Alle flekker *All patches*	$y_I = \div 780 x + 9343$	0.75	29
	Imsets hesteharv *Imset horse-harrow*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_I = \div 441 x + 4972$	0.78	28
		Alle flekker *All patches*	$y_I = \div 424 x + 6252$	0.74	20
	Hopes hesteharv *Hope horse-harrow*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_I = \div 447 x + 5220$	0.59	34
		Alle flekker *All patches*	$y_I = \div 640 x + 7688$	0.80	17

Tabell 9 (forts.).

Ligningen refererer til *Equations refer to*	Harvtype *Harrow type*	Type markberedningsflekker *Type of screefing patches*	Ligninger *Equations*	R	S %
Antall markberedte flekker pr. dekar. *Number of screefed patches per 0.1 hectare.*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_{II} = \div 25\,x + 377$	0.75	19.0
		Alle flekker *All patches*	$y_{II} = + 323 \pm 7$		
	Skålharven *Disk harrow*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_{II} = \div 34\,x + 410$	0.76	28.9
		Alle flekker *All patches*	$y_{II} = \div 22\,x + 395$	0.60	30.0
	Imsets hesteharv *Imset horse harrow*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_{II} = \div 29\,x + 371$	0.70	22.6
		Alle flekker *All patches*	$y_{II} = \div 13\,x + 423$	0.39	8.0
	Hopes hesteharv *Hope horse harrow*	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*	$y_{II} = \div 22\,x + 281$	0.80	15.9
		Alle flekker *All patches*	$y_{II} = \div 25\,x + 414$	0.71	15.0
pr. dekar *Area of turf turned over per 0.1 hectare.*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	Mineraljordstorv *Turf of mineral soil*	$y_{III} = \div 57\,x + 761$	0.46	57.3
		All omvendt torv *All turf turned over*	$y_{III} = + 523\,x \div 30x^2 \div 364$	0.54	32.6
	Skålharven *Disk harrow*	Mineraljordstorv *Turf of mineral soil*	$y_{III} = \div 3544 \mathrm{Log} x + 3433$	0.91	34.1
		All omvendt torv *All turf turned over*	$y_{III} = + 915x \div 80x^2 \div 1351$	0.87	37.6

vanskeligheter varierer. Det er derfor bedre å bruke arbeidsplasstiden (virketider + tapstider) som grunnlag før beregningen.

På tross av det jeg her har nevnt er dog CALLINS framgangsmåte ved å innføre standardflekker som grunnlag for sammenlikningen av forskjellige markberedningsharver meget verdifull. Under forutsetning av at harvene prøves under like mark- og terrengforhold og tykkelsen av humusdekket er den samme, gir fremgangsmåten et meget godt sammenlikningsgrunnlag. Men betingelsen må være at alle de harver som inngår i en slik sammenlikning i det hele tatt er brukbare. Det er derfor av interesse å undersøke tiden pr. 1000 standardflekker samtidig med en vurdering av de virkelige prestasjoner og det kvalitative arbeid harvene utfører under forskjellige forhold.

Prestasjonene ved manuell markberedning.

Vi har tidligere sett at tiden for markberedning pr. flekk er avhengig av kvistmengden og humusdekkets tykkelse. Kvistmengden påvirker tiden for rydding og humusdekkets tykkelse påvirker avflekkingstiden. Derimot er det ikke funnet noe påviselig utslag for steininnholdet i marken. Årsaken er at det ikke forekom noen smuldring av mineraljorden. Dessuten brukte arbeideren gangtiden til ny flekk også til å søke ut en passende beliggenhet for flekken ved hjelp av hakkespissen. Det viste seg også unødvendig å ta hensyn til vegetasjonstypen og seigheten i humusdekket, fordi innflytelsen av disse faktorer er funnet i og med humusdekkets tykkelse.

Det viste seg at vi fikk en viss ryddingstid selv om det ikke var noen kvist på bakken, (kvistmengde 0, se side 204). Dette er rimelig fordi det forekom tørt gress, mindre stein på overflaten o. l. som måtte ryddes vekk før avflekkingen kunne begynne.

Ved siden av faktorene humustykkelse og kvistmengde, øver flekkstørrelse, flekkavstand, og stripenes (feltets) lengde innflytelse på virketiden under markberedningen.

Det kan ha interesse å se hvor stor del de enkelte deloperasjoner utgjør av virketiden. En slik beregning er utført for forskjellige feltlengder og forskjellige humustykkelser, under

Tabell 10.

Prosentisk fordeling av deloperasjoner for manuell markberedning.

Percentage distribution of the moments for manual screefing.

g′ = Gang mellom flekkene. *Walking time between the patchess.*

g″ = Gang til ny stripe *Walking time between the rows.*

f = Avflekking. *Screefing.*

Feltets lengde i meter *Length of the regeneration area in meters*	Deloperasjon *Moments*	Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm*				
		2	4	6	8	10
20	g′	10.1	7.9	6.5	5.5	4.8
	g″	13.6	10.6	8.7	7.4	6.4
	f	76.3	81.5	84.8	87.1	88.8
40	g′	10.7	8.3	6.7	5.7	4.9
	g″	8.8	6.8	5.6	4.7	4.1
	f	80.5	84.9	87.7	89.6	91.0
60	g′	10.9	8.4	6.8	5.7	4.9
	g″	7.1	5.5	4.5	3.8	3.3
	f	82.0	86.1	88.7	90.5	91.8
80	g′	11.0	8.4	6.8	5.7	5.0
	g″	6.3	4.8	3.9	3.3	2.8
	f	82.7	86.8	89.3	91.0	92.2
100	g′	11.1	8.5	6.9	5.8	5.0
	g″	5.7	4.4	3.6	3.0	2.6
	f	83.2	87.1	89.5	91.2	92.4
200	g′	11.2	8.5	6.9	5.8	5.0
	g″	4.7	3.6	2.9	2.4	2.1
	f	84.1	87.9	90.2	91.8	92.9

forutsetning av 1,5 meters avstand mellom flekkene, og kvistmengde 0. Med feltets lengde mener en her og i det følgende feltets utstrekning i markberedningsstripenes retning.

Det sees av tabell 10 at avflekkingstiden representerer en

større del av den samlete virketid jo tykkere humusdekket er. Det motsatte er tilfelle med gangtidene. Hvis feltets gjennomsnittlige lengde er 60—80 meter, representerer avflekkingstiden 82 % — 92 % når humustykkelsen varierer fra 2—10 cm, mens gangtiden mellom flekkene representerer 11 % — 5 % og gangtiden til ny stripe 7 % — 3 %.

Gangtiden til ny stripe representerer forholdsvis større del av virketiden jo kortere feltet er. Hvis humusdekkets tykkelse er 4 cm, representerer denne deloperasjon fra 10.6 % — 3,6 % av virketiden når feltets gjennomsnittlige lengde varierer fra 20 — 200 meter. På horisontale felter kan man imidlertid unngå gangtiden mellom stripene ved å markberede både på framtur og tilbaketur. Har feltet 4 cm tykt humusdekke, og det er horisontalt, oppnår man på denne måte en prestasjonsøkning på 9,8 % når feltet er 20 meter langt, 6,1 % når feltet er 40 meter langt, 4,9 % når feltet er 60 meter langt. Når det er tykkere humusdekke på feltet blir prestasjonsøkningen langt mindre.

Ved å markberede både på framtur og tilbaketur, slik at man unngår gangtid til ny stripe, kan man altså oppnå en viss prestasjonsøkning, men det er særlig på korte felter med tynt humusdekke at prestasjonsøkningen er av betydning.

Tabell 11.

Persontapstider i % av virketiden. Manuelt arbeid.
Person lost times in percent of basis time. Manual work.

Arbeider *Worker*	Tapstider % *Lost time %*
A	19,92
B	19,10
C	20,62
D	20,91
E	13,85
F	18,70
G	14,51
H	16,75
Middel *Mean*	18,12

Hvis feltet er hellende er det lettere å markberede i motbakke enn i medbakke. I slike tilfeller vil det vanligvis være riktig å begynne markberedningen av en ny stripe nedenfra, slik at man bare markbereder oppover.

For å finne arbeidsplasstiden, må tapstidene legges til virketiden. Under manuell markberedning på akkord består tapstidene av hviletider samt naturbehov.

Tabell 11 viser persontapstidene for de arbeidere som deltok i undersøkelsen. *Tapstiden* representerer gjennomsnittlig for

Tabell 12.

Sammenligning mellom Bo Flodmans tidsstudier 1942 og Skogforsøksvesenets tidsstudier 1950. Kvistmengde 2. Avstand mellom flekkene 1,5 meter.

Comparison of manual screefing time in Bo Flodman's time studies 1942, and our time studies 1950. Thickness of branch layer, Class 2. space between patches 1.5 meters.

Deloperasjoner *Moments*	Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm.*			
	3 cm		8 cm	
	Våre undersøkelser *Our investigations*	Flodman 1942	Våre undersøkelser *Our investigations*	Flodman 1942
Gangtid *Walking time*	0.96	0.8	0.96	0.8
Rydding *Clearing of branches* ..	0.14	1.5	0.14	1.5
Markberedning *Manual screefing*	5.08	4.9	9.07	7.4
Virketid *Basis time*	6.2	7.2	10.2	9.7
Tapstider *Lost time*	1.1	1.4	1.8	1.9
Arbeidsplasstid *Production time*	7.3	8.6	12.0	11.6

alle arbeiderne *18,12 % av virketiden.* Dette stemmer bra med Bo Floddsmans undersøkelse i 1942, som viser at tapstiden utgjør ca. 20 % Flodmans undersøkelse omfatter en arbeider. Han hadde drevet med markberedning i 6 år, og lå over normalarbeidere i prestasjon. (Nærværende undersøkelse omfatter som tidligere nevnt 8 øvede arbeidere).

I tabell 12 er vist en sammenlikning av Flodsmans og våre resultater. Overensstemmelsen mellom de to undersøkelser må sies å være god, men arbeidsplasstiden pr. markberedningsflekk i følge Flodman er noe høyere på tynne humusdekker og lavere på tykke humusdekker enn det vi er kommet fram til. Ryddingstiden i Flodmans undersøkelse er langt høyere enn i denne

Tabell 13.

Dekar markberedt areal pr. time av arbeidsplasstiden. Manuelt arbeid. Flekkstørrelse 13,4 dm². Avstand mellom flekkene 1.5 meter.

Screefed area in 0.1 hectare per hour of production time at working place. Manual work. Mean size of patches 13.4 sq. dm. Space between patches 1.5 meter.

Feltets lengde i meter *Lenght of regeneration area in meters*	Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm.*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.181	0.161	0.145	0.131	0.120	0.111	0.103	0.096	0.090
20	0.200	0·176	0.156	0.141	0.128	0.118	0.109	0.101	0.094
30	0.207	0.181	0.161	0.146	0.131	0.120	0.111	0.103	0.096
40	0.211	0.184	0.163	0.147	0.133	0.122	0.112	0.104	0.097
60	0.215	0.187	0.165	0.148	0.134	0.123	0.113	0.105	0.098
80	0.217	0.188	0.166	0.149	0.135	0.123	0.114	0.105	0.098
100	0.218	0.189	0.167	0.150	0.136	0.124	0.114	0.106	0.098
200	0.221	0.191	0.169	0.151	0.137	0.125	0.115	0.106	0.099
300	0.222	0.192	0.169	0.151	0.137	0.125	0.115	0.106	0.099
400	0.222	0.192	0.169	0.152	0.137	0.125	0.115	0.106	0.099
500	0.222	0.192	0.170	0.152	0.137	0.125	0.115	0.106	0.099

undersøkelse, mens det omvendte er tilfelle for gangtiden mellom flekkene og avflekkingstiden. Dette gjelder for kvistmengde 1. I vår undersøkelse er kvistmengden bedømt som gjennomsnitt for hver markberedningsstripe. Da arbeiderne markberedte på akkordbasis og selv avgjorde beliggenheten av hver markberedningsflekk, brukte de gangtiden mellom flekkene til å se ut hvor neste flekk skulle ligge. De søkte å legge ruten der hvor det var en åpning i kvistdekket. Derfor fikk de en liten økning i gangtiden, men en reduksjon i ryddingstiden. En del av den kvisten som lå over rutene tok de vekk med hakken, slik at rydding og avflekking ofte foregikk i en deloperasjon. Dette resulterer i en viss økning av avflekkingstiden med en tilsvarende reduksjon i ryddingstiden. Dette er antakelig årsakene til at ryddingstiden er kortere i denne enn i Flodmans undersøkelse.

I tabell 13 er oppgitt prestasjonene ved den manuelle

Tabell 14.

Dekar markberedt areal pr. time av arbeidsplasstiden. Manuelt arbeid. Flekkareal 13,4 dm² Avstand mellom flekkene 2.0 meter.

Screefed area in 0.1 hectare per hour of production time at working place. Manual work. Mean size of patches 13.4 sq. dm. Space between patches 2.0 meters.

Feltets lengde i meter *Length of regeneration area in meters*	Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm.*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.364	0.318	0.283	0.254	0.231	0.212	0.196	0.182	0.170
20	0.369	0.322	0.286	0.257	0.233	0.214	0.197	0.183	0.171
30	0.371	0.323	0.287	0.258	0.234	0.214	0.198	0.183	0.171
40	0.371	0.324	0.287	0.258	0.234	0.215	0.198	0.184	0.171
60	0.372	0.325	0.288	0.259	0.235	0.215	0.198	0.184	0.171
80	0.373	0.325	0.288	0.259	0.235	0.215	0.198	0.184	0.172
100	0.373	0.326	0.288	0.259	0.235	0.215	0.198	0.184	0.172
200	0.373	0.326	0.289	0.259	0.235	0.215	0.199	0.184	0.172
300	0.374	0.326	0.289	0.259	0.235	0.215	0.199	0.184	0.172
400	0.374	0.326	0.289	0.259	0.235	0.215	0.199	0.184	0.172
500	0.374	0.326	0.289	0.259	0.235	0.215	0.199	0.184	0.172

markberedning når det er 1,5 meters avstand mellom flekkene. I tabell 14 finnes prestasjonene når markberedningsflekkene blir lagt i 2,0 meters innbyrdes avstand. Tabellene er fremkommet på grunnlag av formel 9, 11 og 12. Det er regnet med kvistmengde = 0, og prestasjonene er angitt i antall dekar markberedt pr. time av arbeidsplasstiden.

En gjennomsnittlig flekkavstand på 1,5 meter tilsvarer 444 markberedningsflekker pr. dekar, og en flekkavstand på 2,0 meter tilsvarer 250 markberedningsflekker pr. dekar. Hvis arbeidsplasstiden pr. flekk var like stor for begge disse flekkavstander, ville man få en prestasjonsøkning på 77,8 % ved å velge et forband på 2,0 meter istedet for 1,5 meter. Man ville med andre ord i det samme tidsrom og for samme omkostninger markberede ca. 78 % større areal. En ser av tabellene 13 og 14 at dette ikke holder helt stikk. På de korteste feltlengder er økningen i prestasjonen større enn 78 % mens den er mindre enn 78 % på felter med stor gjennomsnittslengde. Disse utslag er dog forholdsvis små.

Ved å bruke 2,0 meter i stedet for 1,5 meter mellom markberedningsflekkene oppnår man derfor en prestasjonsøkning i antall dekar pr. time på 75—80 %.

Tabell 15 prestasjonen i antall markberedte flekker pr. time for 1,5 og 2,0 meters forband.

En ser at hvis feltets gjennomsnittlige lengde er kortere enn 30—40 meter, utfører arbeideren flere flekker pr. time ved 2,0 meters forband. Årsaken til dette er at gangtiden til ny stripe gjør seg mere gjeldende jo kortere feltet er. På felt med større gjennomsnittslengder enn 30—40 meter markbereder man færre flekker pr. time ved 2,0 meter enn ved 1,5 meters forband. Her gjør nemlig gangtiden til ny stripe seg forholdsvis mindre gjeldende. Den økede gangtid mellom flekkene bevirker her en reduksjon i antall markberedte flekker pr. time.

Mork (1949) fant at prestasjonen under markberedning etter avflekkingsmetoden var ca. 92 flekker pr. time av virketiden. De felter som Morks undersøkelse omfatter var ca. 200 meter lange, og humusdekket var ca. 3—4 cm tykt. Etter nærværende undersøkelse skulle dette betinge en prestasjon på 85 flekker pr. time av arbeidsplasstiden ved 3 cm humustykkelse og 75 flekker pr. time ved 4 cm humustykkelse. Hvis vi regner

Tabell 15.

Antall markberedningsflekker pr. time av arbeidsplasstiden. Manuelt arbeid. Flekkstørrelse 13,4 dm².

Number of patches per hour of production time at working place. Manual work. Mean size of patches 13,4 sq. dm.

Flekkavstand i meter *Space between patches in meters*	Feltets lengde i meter *Length of regeneration area in meters*	Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm.*								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,5	10	80	72	64	58	53	49	46	42	40
	20	89	78	69	63	57	52	48	45	42
	30	92	80	72	65	58	53	49	46	43
	100	97	84	74	67	60	55	51	47	44
	200	98	85	75	67	61	56	51	47	44
2,0	10	91	80	71	64	58	53	49	46	43
	20	92	81	71	64	58	54	50	46	43
	30	93	81	72	65	59	54	50	46	43
	100	93	82	72	65	59	54	50	46	43
	200	93	82	72	65	59	54	50	46	43

at tapstidene er 18,12 % av virketiden, gir MORKS undersøkelse en prestasjon på 78 flekker pr. time av arbeidsplasstiden. Det er altså en meget god overensstemmelse mellom de to undersøkelser.

Tabellene 13, 14 og 15 viser at prestasjonen synker meget sterkt med økende humustykkelse. På et felt av 100 meters gjennomsnittlig lengde synker prestasjonene fra 97 til 44 markberedningsflekker pr. time når humusdekkets tykkelse øker fra 2 cm til 10 cm, og avstanden mellom flekkene er 1,5 meter. På den annen side påvirkes prestasjonen i antall flekker pr. time forholdsvis lite av avstanden mellom flekkene. Det er derfor viktig at akkordbetalingen gjøres avhengig av humusdekkets tykkelse.

Feltets lengde er også av en viss betydning, idet presta-

sjonen synker jo kortere feltet er. (Feltets lengde regnes parallelt med retningen av markberedningsstripene). Dette er særlig tilfelle for kortere felt enn 50—60 meter, og i sterkere grad jo tynnere humusdekket er. Feltets gjennomsnittlige bredde har derimot ingen betydning for prestasjonen. På avlange felt bør derfor markberedningsstripene legges parallelt med feltets lengste side hvis terrengforholdene ellers tillater det. Hvis feltets korteste side er over 50—60 meter har dog dette mindre betydning. Er feltets lengste side meget lang kan det være riktigere å legge stripene parallelt med feltets korteste side, fordi arbeiderne ellers har lett for å tape oversikten og går trøtt av for lange markberedningsstriper.

Prestasjonene ved markberdning med hesteharver.

Hopes og Imsets hesteharver ble kjørt med en og med to mann. Prestasjonene viste seg å være avhengig av seigheten i humusdekket, kvistmengden og terrenghellingen. Derimot ble det ikke funnet noe utslag for vanskelighetsklassen, definert med antall store stubber og stein pr. dekar. Virketiden for markberedning med hesteharver pr. stripe er oppgitt i tabell 5. En sammenligning av harvenes prestasjoner under forskjellige forhold kan sammenfattes i følgende punkter:

1. På middels seigt humusdekke (seighet 2) er det ingen påviselig forskjell i markberedningstiden for Hopes og Imsets hesteharver. Dette gjelder såvel når harvene betjenes av en som av to mann.

2. Markberedningen går fortere når harvene betjenes av to enn av en mann. Forskjellen er statistisk sikker. Når det er middels seig humus, (seighet 2) foregår markberedningen langs stripen for begge harver med en hastighet av 1,85 km pr. time med to manns betjening, og 1,35 km pr. time med en manns betjening.

3. Seigheten i humusdekket øver ingen merkbar innflytelse på prestasjonen under markberedning med Imsets hesteharv. Dette er belyst i de tilfeller harven betjenes av to mann. Årsaken til dette er at denne harv har automatisk utløsning. Selv om

humusdekket er seigt, øker ikke belastningen på hesten over en viss grense, fordi harven løser seg automatisk ut når denne grense oppnåes.

4. Da Hopes hesteharv ikke har automatisk utløsning, blir påkjenningen på hesten større jo seigere humusdekket er, hvilket gir seg utslag i at denne harv blottlegger større del av mineraljorden på de tykke humusdekker enn Imsetharven gjør. Av samme grunn tar markberedningen lenger tid jo seigere humusdekket er, og utslaget et statistisk sikkert. Forholdet er bare undersøkt i de tilfeller harven betjenes av to mann.

5. Det er tendens til en senkning av prestasjonen med Imsets hesteharv jo mere kvist det er på bakken. Tendensen er imidlertid ikke statistisk sikker. Grunnen til en slik prestasjonssenkning er at harven lett går igjennom kvistdekket på grunn av det åpne kryss, og markbereder under kvisten. Men derved trekker harven med seg en del hvist samtidig med avflekkingen, hvilket øker anstrengelsnen for hest og mann og bevirker en viss senkning i prestasjonen.

6. Det er en tendens til at markberedningen går hurtigere på tykt enn på tynt kvistdekke med Hopes hesteharv. Tendensen er ikke statistisk sikker. Årsaken må være at harven lett flyter over de større kvisthauger, fordi trommelens flenser hindrer harven i å slå gjennom kvisthauger. Dette skulle tyde på at harven gjør mindre markberedning der hvor det er meget kvist. Vi har ikke funnet noen slik tendens, og det må forklares ved at den som betjente harven har søkt å ta igjen det forsømte ved å koble inn harven oftere, så det blir flere flekker mellom kvisthaugene.

7. Terrenghellingens innflytelse på harvingen er belyst for Imsets hesteharv betjent av en mann. Det er en tydelig tendens til at markberedningen går hurtigere i flatt enn i hellende terreng, men utslaget er ikke statistisk sikkert. Ingen av de felter som undersøkelsen omfatter er særlig bratte. Den bratteste bakken vi hadde, var som nevnt ca. 1 : 8. Det er sannsynlig at man får en vesentlig reduksjon i prestasjonen i meget bratt terreng, både p. g. a. en senkning i selve kjøretiden og fordi hesten må ta lengere hvilepauser der påkjenningen er større.

Både Imsets og Hopes hesteharv er anstrengende for hesten.

Dette skyldes ikke den kraft som skal til for å trekke harven. Den er ikke større for noen av harvene enn at hesten med letthet trekker dem. Vi målte kreftene for Imsetharvens vedkommende. Målingen ble utført under selve avflekkingen og omfatter 121 observasjoner. Den nødvendige trekkraft viste seg å være 131,0±3,6 kg ved 3,5 humustykkelse og 159,8±4,3 kg ved 6,6 humustykkelse. Den største kraft vi målte var 260 kg.

Da trekkraften stadig skifter mellom disse krefter og 40—60 kg under utløsningen, blir det en vekslende belastningsform som er meget uheldig for hesten. Særlig er det farlig å sette en ung hest til slikt arbeid, idet den rykkevise belastning kan skremme og ødelegge hesten. For å oppnå godt resultat må man ha en erfaren og rolig hest. Både hest og mannskap må dessuten ha en del øvelse før man oppnår en god arbeidsrytme. Som eksempel kan nevnes at begge de to hester som deltok i denne undersøkelse, var rolige og erfarne. Den ene hadde gått meget med plog i sterk steinholdig mark, og var vant til å stoppe når plogen buttet mot stein. Det samme gjorde den når markberedningsharven tok tak, slik at avflekkingen ble dårlig fordi hesten ga etter når påkjenningen ble stor. En god hest til dette arbeid skal legge tyngden på når harven tar tak. Med øvelse vil den instinktmessig vite når markberedningen av en flekk er ferdig, og den slapper av i samme øyeblikk som mannen løser ut harven. Det skal øvelse til før mann og hest lærer å avpasse seg etter hverandre på denne måten. Hvis mannen løser ut harven mens hesten fremdeles trekker med full kraft, har den lett for å snuble framover.

Det tok ca. to dager før den nevnte hest lærte denne arbeidsrytme, men etterpå gikk det meget raskt inntil den oppnådde full produksjon med harven. Den store påkjenning på hesten gjør at markberedning med hesteharv har størst interesse på mindre felter. Det kan ikke anbefales at hesten går kontinuerlig i markberedning hele sommeren. Hesteharvene er derfor særlig egnet for markberedning i mindre gårdsskoger, i kupert terreng med små og spredtliggende felter, og eventuelt til supplering etter markberedning med traktorharv, i det hele hvor markberedningen er av kort varighet hver gang.

Hopes hesteharv er noe tyngre for hesten enn Imsets hesteharv. Dette kommer vesentlig av at Hopes harv må løses

Tabell 16.

Markberedt areal i dekar pr. time av arbeidsplasstiden. Hesteharver.

Total screefed area in 0.1 hectare per hour. Horse-drawn harrows.

Mann-skap *Crew*	Harv-type *Harrow type*	Seighet i humus *Toughness of humus*	Kvist-mengde *Depth of slash*	Terreng-helling *Terrain gradient*	Feltets lengde i meter *Length of the regeneration area in meters*											
					30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400
1 mann *One man*	Hope	2	2	1	1.21	1.29	1.34	1.38	1.41	1.43	1.44	1.46	1.50	1.52	1.55	1.56
		2	1	1	1.15	1.21	1.26	1.29	1.32	1.33	1.35	1.36	1.40	1.42	1.44	1.45
	Imset	2	2	2	1.10	1.17	1.22	1.25	1.28	1.30	1.31	1.32	1.36	1.38	1.41	1.42
		2	2	1	1.16	1.24	1.30	1.34	1.37	1.39	1.41	1.42	1.47	1.49	1.51	1.53
2 mann *Two men*	Hope	3	2	1	1.31	1.41	1.47	1.52	1.55	1.58	1.60	1.62	1.68	1.71	1.74	1.75
		2	2	1	1.58	1.73	1.82	1.90	1.95	1.99	2.03	2.06	2.15	2.20	2.25	2.28
		2	1	1	1.46	1.58	1.66	1.72	1.77	1.81	1.83	1.86	1.93	1.97	2.01	2.03
	Imset	3	2	1	1.37	1.48	1.55	1.60	1.64	1.66	1.69	1.71	1.77	1.80	1.84	1.85
		2+3	1	1	1.49	1.62	1.70	1.76	1.81	1.85	1.88	1.90	1.98	2.02	2.06	2.08

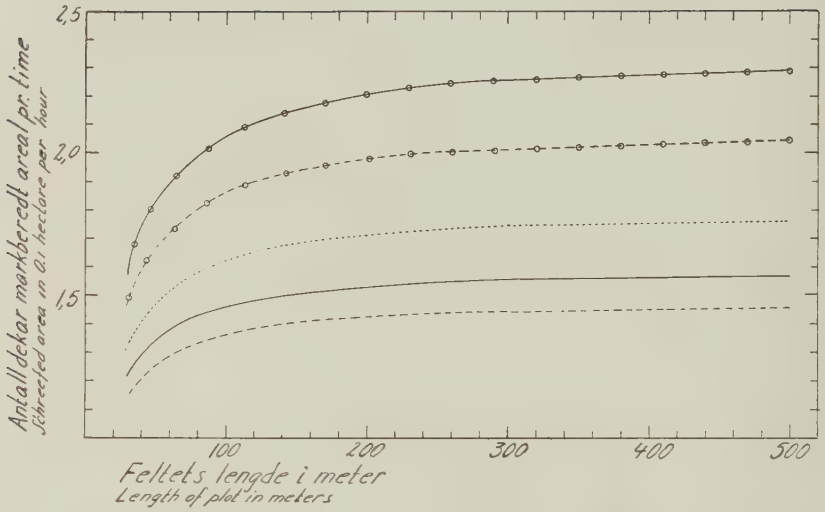


Fig. 15. Markberedt areal i dekar pr. time av arbeidsplasstiden. Hopes hesteharv.

Total screefed area in 0,1 hectare per hour. Hope horsedrawn harrow.

———	1 mann betjening.	Seighet i humus	2.	Kvistmengde	2.	Terreng helling 1
	Crew: one man.	*Toguhnes in humuslayer.*	*2*	*Depth of slash class*	*2*	*Terrain grad. 1*
— — —	—»—	—»—	2	—»—	1	—»—1
-⊖—⊖-	2 manns betjening.	—»—	2	—»—	2	—»—1
-o—o-	*Crew: two men.*	—»—	2	—»—	1	—»—1
·····	—»—	—»—	3	—»—	2	—»—1

ut for hånd, når harven butter mot en jordfast stubbe eller stein, mens Imsets harv løser seg automatisk ut når trekket når en viss grense. Dette viser seg også på tapstidene, som omfatter hvilepauser for hesten. Tapstidene representerer 26,68 % av virketiden for Hopes hesteharv, og 24,29 % av virketiden for Imsets hesteharv. På den annen side er Imsets hesteharv tyngre å betjene enn Hopes hesteharv.

I tillegg til disse tapstider kommer arbeidstapstidene som i det vesentlige omfatter planlegging av kjøringen og ordning av redskap og seletøy. Vi fant ingen forskjell i arbeidstapstiden for de to harver, og gjennomsnittlig representerer de 5,12 % av virketiden.

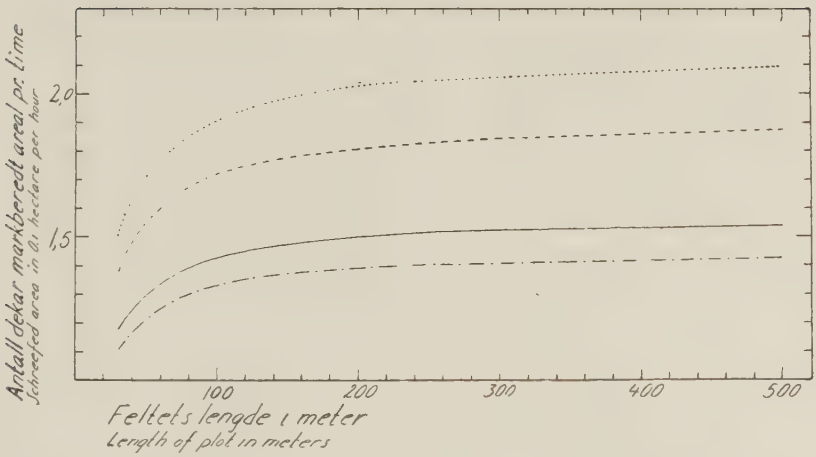


Fig. 16. Markberedt areal i dekar pr. time av arbeidsplasstiden. Imsets hesteharv.

Total screefed area in 0,1 hectare per hour. Imset horsedrawn harrow.

———	1 manns betjening. *Crew: One man.*	Seighet i humus 2 *Toughness in humuslayer*		Kvistmengde 2 *Dept of slash class*	2	Terhelling 1 *Terrain grad.* 1
—.—	—»—	—»—		—»—	2	—»— 2
·····	2- manns betjening. *Crew: Two men.*	—»—	2—3	—»—	1	—»— 1
— — —	—»—	—»—	3	—»—	2	—»— 1

På grunnlag av virketiden og tapstiden kan vi regne ut arbeidsplasstiden pr. dekar under markberedningen. Denne tid brukes til å finne prestasjonene i dekar markberedt areal pr. effektiv time. En slik beregning er utført ved hjelp av formel 17 som finnes utregnet for forskjellige forhold i tabell 7. Resultatet av beregningen er oppgitt i tabell 16.

Av tabellen ser en hvor store prestasjoner man kan regne med under forskjellige forhold. Dessuten framgår det at prestasjonen er ca. 20 % større når det er 2 mann i stedet for 1 manns betjening ved Imsetharven og 35—40 % større for Hopes hesteharv. Denne store prestasjonsøkning skyldes at når det er en mann til å styre hesten og en annen til å betjene harven, kan den siste konsentrere seg mere om selve harvingen enn når han

både skal betjene harven og styre hesten. Han kan derfor passe bedre på å løse ut harven med en gang denne butter i mot jordfast stein eller lignende. Dette er årsaken til den store prestasjonsøkning for Hopeharven som ikke har automatisk utløsning.

Den økede prestasjon er ikke stor nok til å gjøre det økonomisk berettiget at mannskapet består av to i stedet for en mann. Forskjellen i omkostninger er dog forholdsvis liten, og selv med to manns betjening er omkostningene under markberedning med hesteharver meget lave (se tabell 26 side 284).

Markberedningens kvalitet avhenger i høy grad av den som betjener harven. Han avgjør i virkeligheten beliggenheten av hver enkelt flekk ved å løse ut og koble inn harven på de rette steder. Man er langt sikrere på å oppnå et godt markberedningsresultat med tomanns lag enn når en mann er alene om både hest og harv. Det vil derfor vanligvis være riktigst at mannskapet består av to mann.

Fig. 15 og 16 viser at feltets gjennomsnittlige lengde spiller en stor rolle for prestasjonen. Med den gjennomsnittlige lengde mener en her feltlengden i samme retning som markberedningsstripene. Derimot spiller feltets gjennomsnittlige bredde ingen rolle for prestasjonen. Ved å øke feltlengden fra 30 til 100 meter, oppnår man en økning i prestasjonen på 18 % — 23 % når harven og hesten betjenes av en mann og en økning på 24—30 % når mannskapet er to mann. Hvis feltet har en avlang fasong, og terrengforholdene tillater det, bør derfor markberedningsstripene legges parallelt med feltets lengste side. Dette har mindre betydning hvis feltets korteste side er over 150—200 meter, idet man ikke oppnår særlig prestasjonsøkning om feltet overstiger denne lengde.

Prestasjonene ved markberedning med traktorharver.

Når traktorene trekker harvene under markberedning, kjøres de med en gjennomsnittshastighet, som varierer etter mark- og terrengforholdene. Da alle de felter som undersøkelsene omfatter hadde jevn helling, og de bratteste bakker var ca. 1 : 8, fant vi at terrengets helling ikke hadde noen

virkning på markberedningshastigheten. Det er rimelig å anta at prestasjonene vil synke i meget bratt terreng, og likeledes i sterkt kuppert terreng som hindrer en god organisering av kjøringen. Kvistmengden og seigheten i humusdekket øver heller ingen innflyttelse på markberedningshastigheten. Det samme er tilfelle med steininnholdet i marken. Denne faktor har vi imidlertid fått uttrykk for i og med vanskelighetsklassene som er en inndeling av markforholdene etter antall store stubber og stein pr. dekar (se side 201). Vanskelighetsklassene har stor betydning for prestasjonene under markberedning med traktorharver.

I tabell 6 side 212, har jeg beskrevet hvorledes virketiden pr. stripe varierer under markberedning med forskjellige traktorer og harver, på felter av forskjellige vanskelighetsklasser. Resultatet av de tidsstudier som tabellen støtter seg til, kan sammenfattes i følgende punkter.

1. Oliver Cletrac HG og Imsets traktorharv I.

Det er ingen påviselig forskjell i virketiden enten feltet er av vanskelighetsklasse 2 eller 3.

2. Oliver Cletrac HG og skålharven.

Markberedningen tar lenger virketid på felter av vanskelighetsklasse 3 enn av vanskelighetsklasse 2. Forskjellen er statistisk sikker.

3. Oliver Cletrac HG, og Imsets traktorharv I eller skålharven.

Traktoren trekker skålharven langsommere enn Imsets enkelte traktorharv. Forskjellen i markberedningshastighet er statistisk sikker. Dette skyldes at skålharven lager to markberedningsstriper for hver tur, og er derfor tyngre å trekke enn Imsetharven, som bare lager en stripe pr. tur.

4. Oliver Cletrac HG og Imsets traktorharv I eller Imsets juniorharv.

Det går fortere å trekke Imsets juniorharv enn Imsets enkelte traktorharv, fordi det skal mindre kraft til å trekke junior-

harven. Forholdet er belyst for felter med vanskelighetsklasse 2, og utslaget er statistisk sikkert.

5. MAN firehjulsdreven traktor og Imsets traktorharv I.

Markberedningen tar lenger virketid jo større vanskelighetsklassen er. Utslaget er statistisk sikkert.

6. MAN firehjulsdreven traktor og Imsets traktorharv II.

Det tar lenger virketid å markberede felter av vanskelighetsklasse 3 enn av klasse 1. Forskjellen er statistisk sikker.

7. MAN firehjulsdreven traktor og Imsets traktorharv I eller Imsets traktorharv II.

Traktoren kjører langsommere under markberedning med Imsets dobbelte traktorharv enn med Imsets enkelte traktorharv. Forskjellen i markberedningshastighet er statistisk sikker, og skyldes at Imsets dobbelte traktorharv lager to markberedningsstriper pr. tur mens enkeltharven lager en stripe pr. tur. Dobbeltharven er derfor tyngre å trekke enn enkeltharven.

8. Oliver Cletrac HG eller MAN firehjulsdreven traktor og Imsets traktorharv I.

MAN-traktoren har langsommere markberedningshastighet enn Cletrac på felter av vanskelighetsklasse 2 og 3. Utslaget er statistisk sikkert.

9. Oliver Cletrac HG eller Bristol beltetraktor og Imsets traktorharv I.

Bristol beltetraktor kjører fortere enn Cletrac under markberedning på felter av vanskelighetsklasse 2, men langsommere på felter av vanskelighetsklasse 3. I motsetning til Cletrac påvirkes virketiden for Bristoltraktoren sterkt av feltets vanskelighetsklasse, idet markberedningshastigheten er mindre jo større vanskelighetsklassen er. Disse utslag er statistisk sikre.

Tabell 17.

Tapstider i % av virketiden. Markberedning med traktor.

Lost time in percent of basis time. Screefing with tractors.

		Maskin-tapstider *Equipment lost time*	Arbeids-tapstid *Working lost time*	Traktor / harv fast *Lost time due to terrain* — Vanskelighetsklasse *Roughness of ground. Class*		
				1	2	3
Traktor *Tractor*	Oliver Cletrac HG-42	2.36	—	—	1.86	8.88
	M. A. N. firehjulsdreven traktor *M. A. N. four-wheel-driven tractor*	0.86	—	0.00	6.20	11.65
	Fordson Major med halvbelter *Fordson Major with half tracks*	3.17	—	—	13.37	—
	Bristol beltetraktor *Bristol crawler tractor*	14.07	—	—	12.46	—
Harvtype *Harrow type*	Skålharven *Disk harrow*	2.45	1.52	—	6.88	6.88
	Imsets junior harv *Imset junior harrow*	12.51	0.22	—	2.76	—
	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	6.05	0.22	0.47	0.47	0.47
	Imsets traktorharv II *Imset tractor harrow II*	5.41	2.14	0.48	6.15	15.95

10. Bristol beltetraktor eller MAN firehjulsdreven traktor og Imsets traktorharv I.

Det er ingen påviselig forskjell i virketiden for de to traktorer på felter av vanskelighetsklasse 3. Derimot har Bristol større markberedningshastighet enn MAN-traktoren på felter av vanskelighetsklasse 2. Forskjellen er statistisk sikker.

11. Oliver Cletrac eller Fordson Major med halvbelter, og Imsets traktorharv I.

Det er ingen påviselig forskjell i kjørehastigheten for de to traktorer under markberedning på felter av vanskelighetsklasse 2.

I det foregående har vi bare tatt hensyn til virketidene. For å få den fulle oversikt over de forhold som påvirker prestasjonene, må vi også se litt på tapstidene, idet prestasjonene er avhengig av den arbeidsplasstid (virketid + tapstider) som er gått med under markberedningen.

I tabell 17 er oppgitt de nødvendige tapstider for forskjellige traktorer og harver. Tapstidene er regnet i prosent av virketidene og omfatter maskintapstider (vedlikehold, justering og mindre reparasjoner av traktorer og harver), arbeidstapstider (planlegging under kjøringen) og tapstider på grunn av fastkjøring i rerrenget. Som eksempel på hvorledes de samlede tapstider finnes ved hjelp av tabellen, kan vi tenke oss at MAN-traktoren og Imsets enkelte traktorharv markbereder på et felt av vanskelighetsklasse 2. De nødvendige tapstider blir da :

Maskintapstider iflg. traktor	0,86 %
Maskintapstider iflg. harv	6,05 %
Tapstider iflg. fastkjøring av traktor	6,20 %
Tapstider iflg. fastkjøring av harv	0,47 %
Arbeidstapstider	0,22 %
Nødvendige tapstider	13,80 %

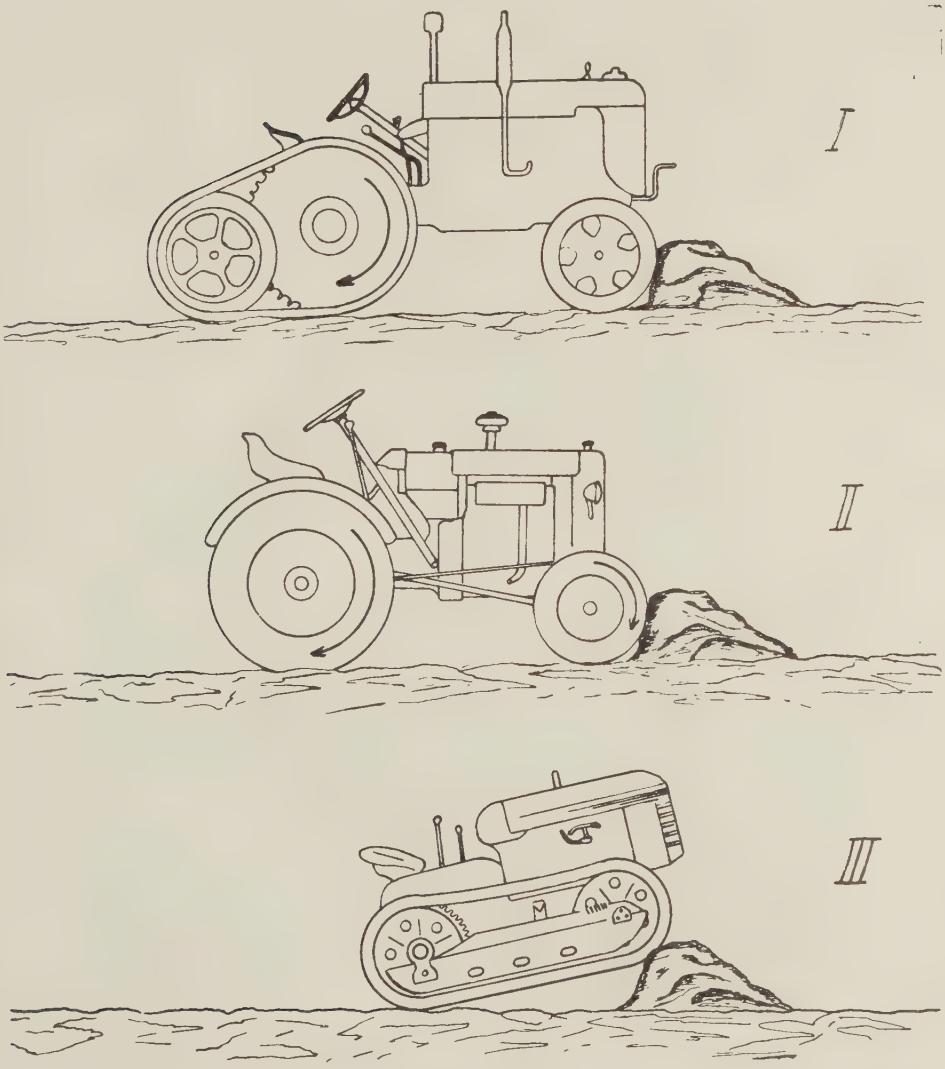


Fig. 17.

La oss se litt nærmere på årsakene til de beskrevne variasjoner i virketider og tapstider. Hovedproblemet for å gjennomføre en mekanisering av markberedningsarbeidet, er å finne en brukbar terrenggående traktor. De viktigste krav vi bør stille til en slik traktor kan sammenfattes på følgende måte:

1. Traktoren må ha nødvendig trekkeevne, både når det gjelder motorstyrken og gripeevnen mot bakken, så trekkhjulene ikke slurer.
2. Den må kunne kjøre over stokker, stubber, stein og andre ujevnheter i terrenget.
3. For å kunne passere bløte partier, må den ha god flyteevne.
4. Traktoren må være stø så den ikke velter i ulendt eller bratt terreng.

Alle de undersøkte traktorer, med unntakelse av Bristoltraktoren, var tilstrekkelig kraftige til å trekke de undersøkte harvtyper. Bristoltraktoren er sterk nok til å trekke Imsets enkelte traktorharv, men både Imsets dobbelte traktorharv og skålharven er for tung for traktoren.

Alle traktorene hadde tilstrekkelig gripeevne mot bakken, så sluring ikke inntrådte under kjøring med harvene. Vi brukte ikke kjettinger på den 4-hjulsdrevne traktor, men for å øke belastnigen mot bakken kjørte vi med veske istedet for luft i bakhjulene.

Det verste føre for den 4-hjulsdreve traktor var sleipt underlag. f. eks. tynt vått mosedekke, hvor gummihjulene har lett for å gli. Da MAN-traktoren er utstyrt med differentialsperre, greide vi å unngå sluring også i dette tilfelle. Hvis et av hjulene begynte å spinne ble differentialsperren koblet inn, hvorved trekkraften ble overført til de øvrige hjul. En kan sikkert bedre dette forhold ytterligere ved å legge kjettinger på hjulene hvis det viser seg nødvendig.

Det værste føre for stålbeltetraktorene var svaberg, eller sterkt steinholdig mark med blottlagt stein i overflaten. Her hendte det at beltene hadde vanskelig for å få tak og sluring kunne inntre. Dette medfører sterk slitasje på beltene. Under slike forhold var den 4-hjulsdrevne traktor å foretrekke, fordi gummihjulene tillater en mer elastisk avfjæring og har bedre gripeevne mot stein enn stålbeltene.

På den annen side blir det større slitasje på gummihjulene enn på stålbeltene under kjøring på felter med mye kvist, topp og gjenstående stubber etter ryddingen. Som eksempel kan nevnes at vi ødela et dekk i løpet av forsøkene. Det punkterte idet hjulet kjørte over en spiss granstubbe. Slike

Fig. 18.

stubber er ofte skjult av kvist og annet hogstavfall, slik at faren for å kjøre på dem alltid er tilstede.

For å ta seg godt fram i skoglende, må traktoren kunne kjøre over stubber, stokker, oppstikkende stein og liknende. I fig. 17 har jeg forsøk å anskueliggjøre de forskjellige traktorers evne til å forsere slike hindringer. Halvbeltetraktoren har ikke drift på forhjulene. Hvis traktoren skal passere en terrenghindring som er like høy eller høyere enn forhjulsradien, greier

trekkhjulene ikke å puffe forhjulene over, selv om de har meget god gripeevne mot bakken. De eneste muligheter for passering

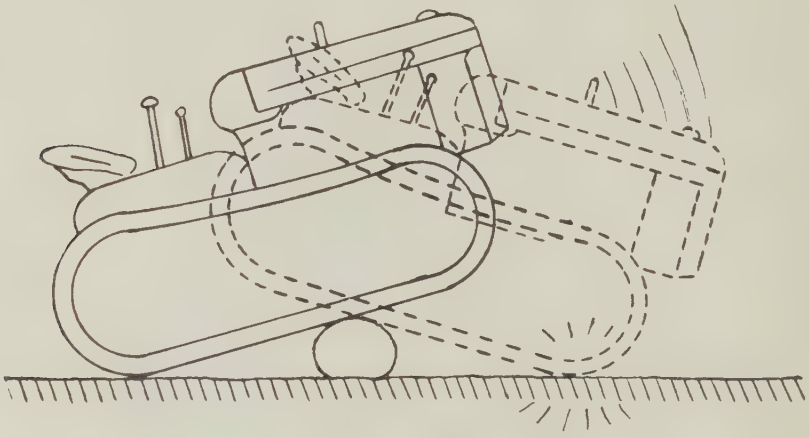


Fig. 19.

er enten at traktoren kjører omkring eller at hindringen gir etter (fig. 17 I).

Hos den firehjulsdrevne traktor vil forhjulene klatre over hindringen p. g. a. forhjulsdriften, samtidig som bakhjulene puffer på (fig. 17 II). Den vil oftest kunne passere slike terrenghindringer uten videre. Det samme er tilfellet med en beltetraktor (fig 17 III).

Hvis bare et av forhjulene eller et belte treffer på en stor stein eller stubbe må traktoren kunne passere uten å velte. For MAN-traktorens vedkommende er dette løst ved at forakselen er senteropplagret (se fig. 18). For Oliver Cletrac har man løst spørsmålet ved at beltene er opplagret på uavhengige fjærer. Derved kan forenden på det ene belte bevege seg opp eller ned uavhengig av det andre. Den samme mulighet var ikke tilstede hos Bristoltraktoren, så den hadde lett for å velte i slike situasjoner.

Av det som er nevnt vil det framgå at halvbeltetraktoren representert ved Fordson Major ikke har samme evne til å ta seg fram i vanskelig terreng som den firehjulsdrevne traktor og beltetraktoren. På felter av vanskelighetsklasse 2 viste det seg som tidligere nevnt at Fordson Major hadde samme markberedningshastighet som Oliver Cletrac HG. (2,32—2,35 km/time).

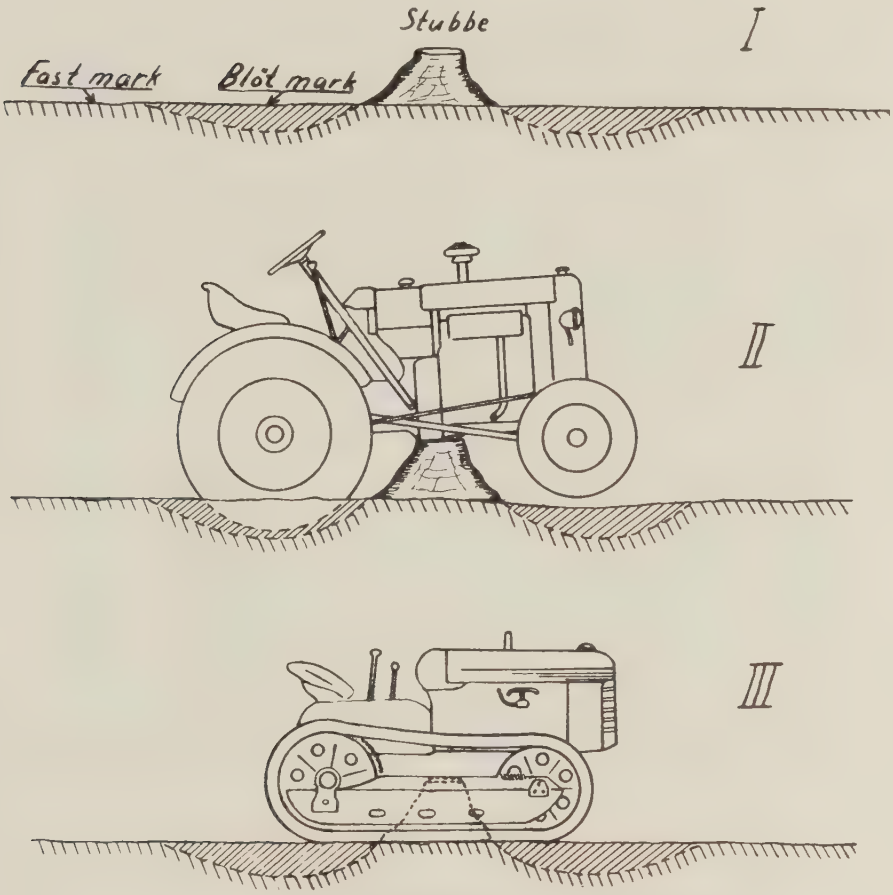


Fig. 20.

På den annen side var tapstidene p. g. a. fastkjøring større for Fordson Major (13,37 % av virketiden) enn for Cletrac (1,86 %). Prestasjonen under markberedning var derfor betydelig mindre. Da dessuten fastkjøring betyr en øket påkjenning på traktoran gir felter av vanskelighetsklasse 2 i virkeligheten for stor påkjenning for Fordson Major med halvbelter.

Det kan nevnes at vi også brukte Fordson Major til markberedning på felter av vanskelighetsklasse 3. Det innsamlede materiale er imidlertid for lite til å gi et fullstendig bilde av traktorens kjøreegenskaper på slikt terreng. Årsaken er at vi måtte innstille kjøringen på disse felter for ikke å ødelegge traktoren.

Da Fordson Major gir tilstrekkelig trekkevne for traktorharvene, er den en brukbar trekkraft til markberedning på pene felter (vanskelighetsklasse 1). Slike steder bør også andre jordbrukstraktorer med kjettinger eller halvbelter på bakhjulene kunne brukes.

Forholdet mellom den firehjulsdrevne traktor og beltetraktoren vil vi først belyse ved hjelp av MAN-traktoren og Oliver Cletrac HG-42. De har begge god evne til å klatre over stubber, stokker og stein og liknende (fig. 17 II og III). Men hvert belte hos beltetraktoren har en lang anleggsflate mot bakken. Når den f. eks skal kjøre over en stokk på bakken (fig. 19) vil den kjøre oppover til den plutselig bikker over og stuper framover. En dyktig traktorfører kan delvis dempe det slag som traktoren får når den stuper forover ved riktig bruk av traktorens kløtch og brems. En liten beltetraktor vil derfor riste og kaste seg meget under kjøring på ujevn mark, og det må anbefales at traktorføreren bruker nyrebelte.

En firehjuldsrevet traktor vil ikke riste og kaste seg så meget i terrenget som beltetraktoren. Om den kjører opp en bratt kneik som på oversiden går brått over til horisontal mark, vil den passere bakkekammen jevnt og uten sjenerende risting. I dette tilfelle ville beltetraktoren bikke over og stupe forover idet den passerer bakkekammen.

I tillegg til dette gir gummihjulene en bedre avfjæring enn stålbeltene. Den firehjulsdrevne traktor er derfor langt mere behagelig å kjøre for traktorføreren enn beltetraktoren.

Den firehjulsdrevne traktor har lettere for å kjøre seg fast i terrenget enn beltetraktoren. Dette er bl. a. tilfelle på bløt mark med høye stubber (se fig. 20 II). Da hjultraktoren har mindre bæreflate og mindre flyteevne enn beltetraktoren, kan et eller flere av hjulene synke ned i bløte hull i marken, så traktoren setter seg på en stubbe eller stein. Dette kan lettere unngåes med beltetraktoren, som flyter bedre på grunn av den store bæreflate (fig. 20 III). Hertil kommer at Oliver Cletrac HG har 47 cm klaring under, mens den fri høyde under MAN-traktoren bare er 38 cm. Under forsøkene kjørte Cletrac seg aldri fast på denne måten, mens det hendte av og til for MAN-traktorens vedkommende.

Fig. 21.

Da styrestag og avstivningsstag ligger utsatt til på MAN-traktoren, viste det seg nødvendig å beskytte den under ved å montere på en stålplate. Dette bør man alltid gjøre når traktoren skal brukes til terrengkjøring, idet man unngår at stubber, kvist og toppavfall stikker opp mellom stagene og ødelegger dem.

Beltetraktoren har mindre svingeradius enn den firehjulsdrevne traktor. Dessuten er den smalere. Derfor har beltetraktoren lettere for å smyge seg forbi terrenghindringene, mens firehjulstraktoren må kjøre omkring dem i større buer. Dette gjør at MAN-traktoren må tilbakelegge en større strekning for hver markberedningsstripe på felter med høy vanskelighetsklasse, enn Cletrac trenger å gjøre.

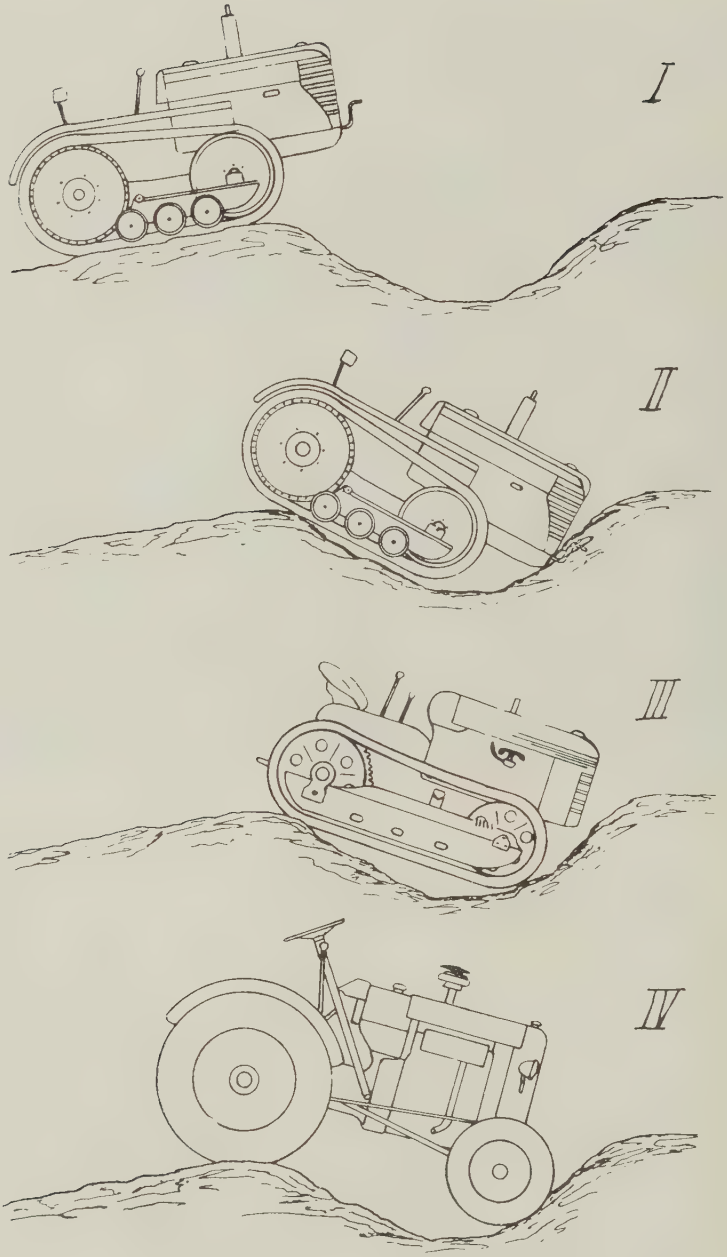


Fig. 22.

Fig. 23.

De forhold som er nevnt i det foregående er årsaken til at MAN-traktorens markberedningshastighet synker sterkt med stigende vanskelighetsklasse. (1,54 km/time for vanskelighetsklasse 3 og 3,06 km/time for vanskelighetsklasse 1). På felter av vanskelighetsklasse 2 og 3 kjørte den langsommere enn Oliver Cletrac HG-42 som var uavhengig av feltets vanskelighetsklasse når det gjaldt markberedningshastigheten (2,35km/time). Tapstidene på grunn av fastkjøring øker med stigende vanskelighetsklasse for begge traktorers vedkommende, men de er større for MAN-traktoren enn for Cletrac. Cletrac gir derfor grunnlag for en større prestasjon under markberedning på felter av vanskelighetsklasse 2 og 3. Derimot er det sannsynlig at prestasjonen er størst for MAN-traktoren på felter av vanskelighetsklasse 1.

Under mange forhold vil altså beltetraktoren være å fore-

trekke som trekkkraft for markberedningsharvene. Utformningen av denne traktortype har imidlertid stor betydning for prestasjonen. For å belyse dette kan vi sammenligne beltetraktorene Oliver Cletrac HG-42 og Bristol 20. Bristoltraktoren er for smal i forhold til tyngdepunktets beliggenhet, og beltene har en avrundet og kortere anleggsflate mot bakken enn hos Cletrac. Forenden av Cletrac belter kan som tidligere nevnt til en viss grad beveges opp eller ned uavhengig av hverandre. Dette er en fordel som ikke er tilstede hos Bristoltraktoren. Det fører med seg at et av Cletracs belter kan klatre opp på en stubbe eller stein med forenden, mens det andre belte står på bakken i hele sin lengde. Bristoltraktoren har derfor lett for å velte under kjøring i vanskelig terreng (se fig. 21). Den veltet flere ganger under forsøket, noe som aldri hendte med Cletrac.

En annen ting er at Bristol har større totallengde og kortere belter enn Cletrac. Den har altså forholdsvis stor avstand fra forenden på motorkassen til beltenes framkant. (Se fig. 22 I og II). Dette medfører at den lett stuper på nesen, og kjører seg fast i mindre fordypninger i terrenget. (se fig. 23). Da motoren måtte startes med håndsveiv, var det ganske arbeidskrevende å få traktoren opp igjen etter en slik kjøring når motoren stoppet. Vi var ikke utsatt for fastkjøring av denne type hverken med MAN-traktoren eller med Cletrac, under forsøksdriften. (se fig. 22 III og IV).

Alt i alt er Bristol 20 lite egnet til å ta seg fram under vanlige terrengforhold. Det viste seg at markberedningshastigheten var betydelig mindre på felter av vanskelighetsklasse 3 enn av klasse 2. På vanskelighetsklasse 3 hadde den som nevnt en mindre markberedningshastighet enn Cletrac.

På den annen side var markberedningshastigheten større for Bristol enn for Cletrac på felter av vanskelighetsklasse 2. Dette må forklares ved at Bristol er smalere og beltene er kortere enn hos Cletrac. Beltene har dessuten avrundet anleggsflate mot bakken, så svingeradien er liten. Den smyger seg derfor lettere forbi terrenghindringene.

På grunn av de mange muligheter for fastkjøring i terrenget, hadde Bristoltraktoren meget høye tapstider. På felter av vanskelighetsklasse 2 var de hele 12,46 % av virketiden, mens de bare var 1,86 % for Cletracs vedkommende. På felter

av vanskelighetsklasse 3 hadde Bristoltraktoren enda større tapstider p. g. a. fastkjøring. Det innsamlede materiale er imidlertid for lite til å gi et tilfredsstillende bilde av disse tapstider. Dette skyldes at vi måtte slutte å kjøre med Bristol-traktoren på så vanskelige felter, for ikke å gjøre totalt vrak av den.

Når traktoren kjører seg fast blir den dessuten utsatt for en kraftig påkjenning. Det viste seg at Bristoltraktoren var for svakt konstruert for de påkjenninger den måtte tåle under markberedningen. Dette framgår bl. a. av de høye maskintapstider som traktoren hadde (14,07 % av virketiden). I sin nåværende form har Bristoltraktoren derfor ingen interesse som trekkraft for mekanisert markberedning under norske terrengforhold. De høye tapstider gjør også at prestasjonene uttrykt i dekar markberedt areal pr. time av arbeidsplasstiden i alle tilfelle er lavere for Bristol enn for Cletrac, selv om den gjennomsnittlige markberedningshastighet er større på felter av vanskelighetsklasse 2.

Traktorenes evne til å kjøre i terrenget avhenger meget av hvilken harvtype de trekker.

Oliver Cletrac HG-42 kjørte med samme markberedningshastighet uansett feltets vanskelighetsklasse når den hadde Imsets enkelte traktorharv på slep. Denne harv er 63 cm bred mens traktorens bredde er 143 cm, og der hvor traktoren tar seg fram vil også harven uten vanskelighet følge etter. Dette er tilfelle i enda sterkere grad for Imsets juniorharv, som bare er 48 cm bred.

Med skålharven på slep kjørte derimot traktoren langsommere under markberedning på felter av vanskelighetsklasse 3 enn av klasse 2. Denne harv er 185 cm bred, og er tyngre å trekke enn de to øvrige harver. Traktoren må derfor kjøre mere omkring terrenghindringene, og tilbakelegger lengere vei på hver markberedningsstripe, jo større markvanskelighetene er.

Fastkjøring av Imsetharven skyltes oftest at kvist og toppavfall satte seg fast i harven, og hindret kryssets bevegelse. Da måtte kvisten fjernes fra harven med håndmakt, før harvingen kunne fortsette.

Under kjøring med skålharven danset den vanligvis fra den ene skålen over til den andre. Skålene laget derfor flekker vekselvis på den ene eller den andre av de to markberedningsstriper som harven utførte for hver tur. Hvis en av skålene

støtte på en stubbe eller stein, rullet den bare sidelengs forbi uten å sette seg fast, fordi skålene kunne dreies om sine akseltapper. Men det hendte at begge skåler tok tak samtidig under røtter i bløt mark så de grov seg ned. Det forekom også at skålene klemte seg fast mellom to stubber. For å komme løs igjen ble harven løftet opp fra bakken ved hjelp av traktorvinsjen, og sluppet ned igjen etterat traktoren hadde kjørt et stykke fram.

Tapstidene på grunn av fastkjøring av disse harver var uavhengig av feltets vanskelighetsklasse. De var 6,88 % av virketiden for skålharven, men bare 0,47 % for Imsets enkelte traktorharv. Maskintapstidene var derimot størst for Imsets enkelte traktorharv, hvilket skyldes at justeringen av harven for å avpasse den etter humusdekkets tykkelse gikk senere enn for skålharvens vedkommende.

Imsets juniorharv hadde forholdsvis høye maskintapstider. Årsaken til dette er at det ved siden av vanlig justering og og vedlikehold også forekom en del mindre reparasjoner. Harven var for svak til å bli trukket av de traktorer vi brukte under forsøket. Den er bedre egnet som hesteharv eller i forbindelse med mindre jordbrukstraktorer.

For Imsets dobbelte traktorharv øket virketiden og tapstiden ifølge fastkjøring, jo større markvanskeligheten var. Denne harv er hele 2,23 meter bred og er betydelig tyngre å trekke enn noen av de øvrige harver. Den satte seg ofte fast i terrenget og er bare egnet på de aller peneste felter. Av den grunn har man sluttet å fremstille dobbeltharven, så den har ingen interesse lenger.

Det er nevnt at Imsets juniorharv er lettere å trekke enn Imsets enkelte traktorharv, mens skålharven er tyngre for traktoren.

På seig blåbærmark skulle det vanligvis 1000—1100 kg for å trekke skålharven, mens Imsets enkelte traktorharv trengte trengte 800—900 kg. Det skulle mindre krefter til å trekke harvene på lettere dekke. Dette ble bare undersøkt for Imsetharven, og det viste seg at kraftforbruket bare var 200—300 kg på røslyng-lavmark med tynt humusdekke.

Imsetharven gir traktoren en sterkt vekslende belastning. Men det sjokk som traktoren får hver gang harven tar tak blir

dempet på grunn av avfjæringen i draget. Den spiralfjær som er innlagt i draget virker derfor både som støtdemper og som sikkerhetsventil, idet den automatisk løser ut harven når kreftene overskrider en viss grense. Denne grense må reguleres i overensstemmelse med humusdekkets tykkelse.

Det framgår bl. a. av tabell 6 at de gjennomsnittlige kjørehastigheter under markberedning med traktor var forholdsvis lave. Vanligvis varierte de fra 1,5 km pr. time til 3,0 km pr. time. Dette skyldes som nevnt delvis at den vei traktoren tilbakelegger er lenger enn markberedningsstripens lengde, fordi traktoren må kjøre i siksak på grunn av terrenghindringene. Den viktigste årsak var imidlertid at harvene ikke gjør et tilfredsstillende arbeid hvis man kjører for fort. Det var derfor naturlig å kjøre på laveste gear med de undersøkte traktorer. På de letteste felter, eller felter av vanskelighetsklasse 1 med tynt humusdekke tillater både traktor og harv en hurtigere kjøring. På slike felter kjørte vi oftest med 2. gear innkoblet.

Ved hjelp av de virketider og tapstider som er beskrevet ovenfor kan vi finne arbeidsplasstiden pr. dekar for forskjellige traktorer og harver under varierende vanskelighetsforhold. Dermed har vi grunnlag for å beregne prestasjonene i antall dekar markberedt areal pr. time av arbeidsplasstiden. En slik beregning er gjennomført ved hjelp av formel 17 (side 214) og resultatet er sammenstillet i tabell 18.

I tabellen kan en finne prestasjonenes størrelse. Fig. 24 er en grafisk fremstilling av prestasjonene når markberedningen utføres med MAN-traktoren. Hvis feltets gjennomsnittlige lengde er 100 meter, markbereder man altså 1,71 dekar pr. time når vanskelighetsklassen er 3, 2,13 dekar pr. time med vanskelighetsklasse 2 og 3,65 dekar pr. time med vanskelighetsklasse 1. Dette er under forutsetning av at traktoren trekker Imsets enkelte traktorharv. Med dobbeltharven er prestasjonene 5,22 dekar pr. time på felter av vanskelighetsklasse 1. På slike felter er altså prestasjonen 43 % større med dobbeltharven enn med enkeltharven.

Fig. 25 viser en grafisk framstilling av prestasjonene når markberedningen utføres med Oliver Cletrac HG-42. Med en

Tabell 18.

Markberedt areal i dekar pr. time av arbeidsplasstiden. Traktorharver.

Total screefed area in 0.1 hectare per hour. Tractor-drawn harrows.

Traktor *Tractor*	Harvtype *Harrow type*	Vanskelighetsklasse *Roughness of ground Class*	Feltets lengde i meter *Length of the regeneration area in meters* 30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400
Oliver Cletrac HG-42	Imsets traktorharv I													
	Imset tractor	3	2.20	2.35	2.46	2.54	2.60	2.64	2.68	2.71	2.80	2.85	2.90	2.92
	harrow I	2	2.34	2.51	2.62	2.70	2.76	2.81	2.85	2.88	2,98	3.03	3.08	3.11
	Skålharven	3	3.31	3.50	3.63	3.72	3.79	3.84	3.88	3.92	4.02	4.08	4.13	4.16
	Disk harrow	2	3.62	3.89	4.07	4.20	4.30	4.38	4.44	4.49	4,65	4.74	4.82	4.87
	Imsets juniorharv *Imset junior harrow*	2	2.76	2.92	3.03	3.11	3.17	3.21	3.25	3.28	3.37	3.42	3.47	3.49
Bristol beltetraktor *Bristol crawler tractor*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	2	1.86	2.06	2.20	2.30	2.39	2.45	2.50	2.55	2.69	2.76	2.85	2.89
Fordson Major m. halvbelter *Fordson Major with half tracks*	Imsets traktorharv I *Imset tractor harrow I*	2	1.80	1.98	2.11	2.20	2.27	2.33	2.38	2.42	2.54	2.61	2.68	2.71
M.A.N. 4-hjuls dreven traktor *M.A.N. four-wheel driven tractor*	Imsets traktorharv I	3	1.34	1.45	1.53	1.58	1.63	1.66	1.69	1.71	1.78	1.82	1.86	1.88
	Imset tractor	2	1.58	1.74	1.85	1.94	2.00	2.05	2.09	2.13	2.24	2.30	2.36	2.40
	harrow I	1	2.72	2.99	3.18	3.33	3.43	3.52	3.59	3.65	3.83	3.93	4.04	4.09
	Imsets traktorharv II	3	1.94	2.10	2.22	2.30	2.36	2.41	2.45	2.48	2.59	2.64	2.70	2.73
	Imset tractor harrow II	1	3.87	4.27	4.54	4.75	4.90	5.03	5.13	5.22	5.49	5.64	5.79	5.87

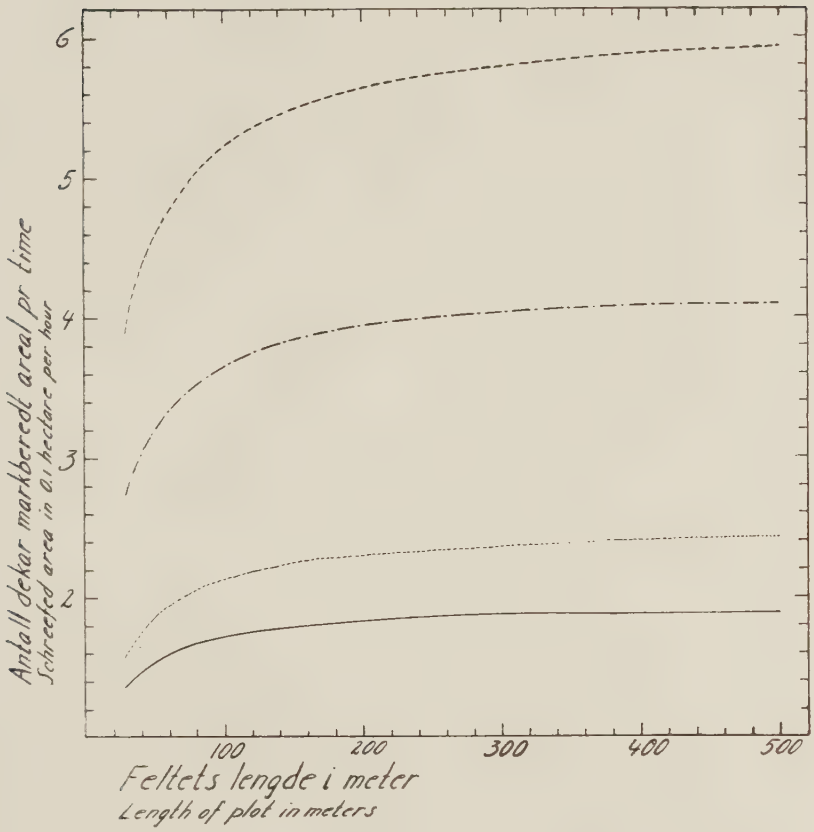


Fig. 24. Markberedt areal i dekar pr. time av arbeidsplasstiden. MAN firehjulsdreven traktor.

Total screefed area in 0,1 hectare per hour. MAN fourwheeldriven tractor.

———	Imset traktorharv I.	Vanskelighets klasse	3.
	Imset tractorharrow I	*Roughness of ground. class*	*3.*
.....	—»—	—»—	*2.*
— . —	—»—	—»—	*1.*
— — —	Imset traktorharv II	—»—	*1.*
	Imset tractorharrow II		

gjennomsnittlig feltlengde på 100 meter er prestasjonen for Imsets enkeltharv 2,71 dekar pr. time på felter av vanskelighetsklasse 3 og 2,88 dekar pr. time når vanskelighetsklassen er 2. De tilsvarende prestasjoner for skålharven er 3,92 dekar pr. time med vanskelighetsklasse 3 og 4,49 dekar pr. time med

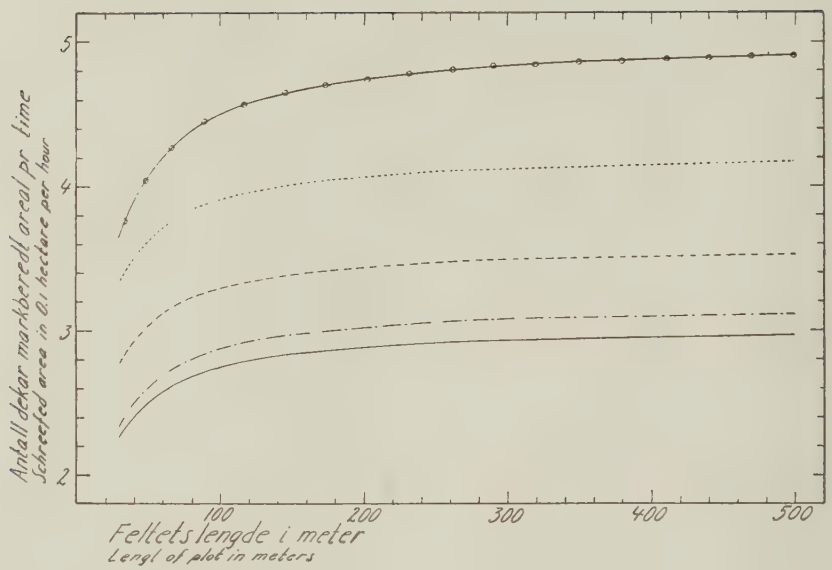


Fig. 25. Markberedt areal i dekar pr. time av arbeidsplasstiden. Oliver Cletrac HG-42.

Total screefed area in 0,1 hectare per hour. Oliver Cletrac HG-42.

———	Imset traktorharv I	Vanskelighetsklasse	3.
	Imset tractorharrow I	*Roughness of ground. Class*	*3*
— . —	—»—	—»—	*2*
— — —	Imset juniorharv	—»—	*2*
	Imset juniorharrow		
.....	Skålharven	Vanskelighetsklasse	3
	Disk harrow	*Roughness of ground. Class*	*3*
-o—o--	—»—	—»—	*2*

vanskelighetsklasse 2. Vi har tidligere sett at den gjennomsnittlige markberedningshastighet er mindre og tapstidene er større for skålharven enn for Imsets enkelte traktorharv. Når vi på den annen side finner at prestasjonene er 45 % større med skålharven enn med Imsets enkelte traktorharv på felter av vanskelighetsklasse 3 og 56 % større på felter av vanskelighetsklasse 2 er årsaken at skålharven lager 2 markberedningsstriper for hver tur mens Imsets enkelte traktorharv bare lager en stripe. Dessuten må mannskapet være 2 mann når markberedningen utføres med Imsetharven, men bare 1 mann med skålharven.

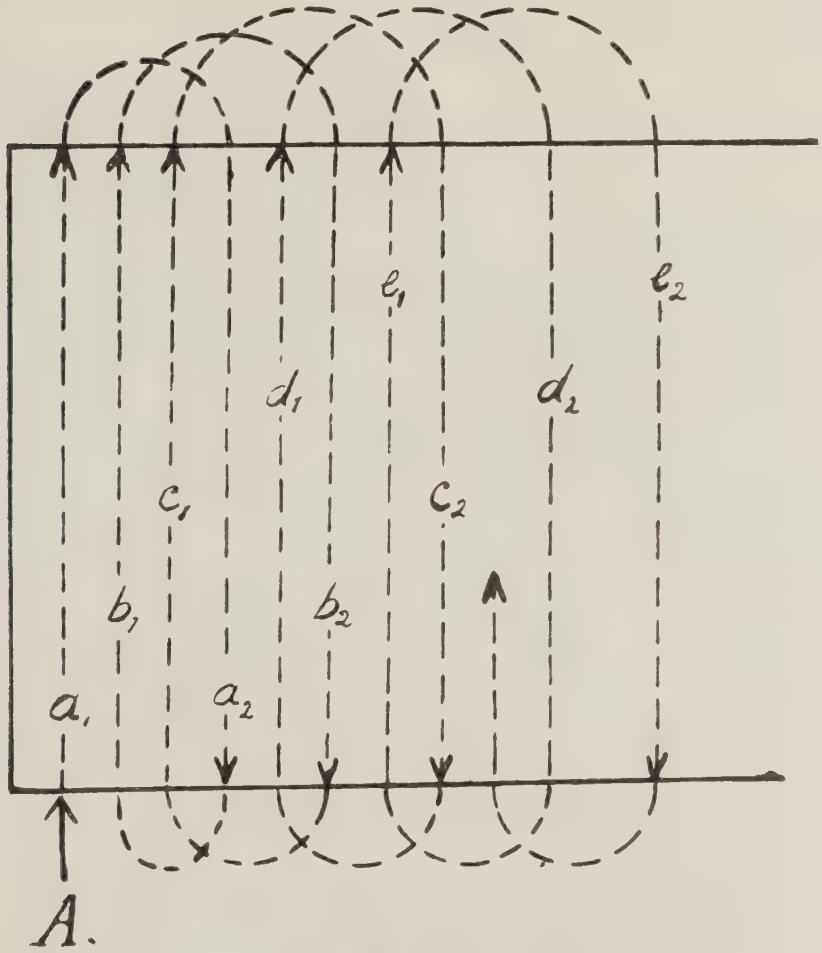


Fig. 26.

Av figurene 24 og 25 sees at feltets lengde spiller en stor rolle for prestasjonen. Med feltets lengde mener en her feltets utstrekning i samme retning som markberedningsstripene. Feltets bredde har ingen betydning for prestasjonen. Hvis det areal som skal markberedes har en langstrakt form, er det derfor av stor betydning at stripene legges i den retning som feltet har sin største utstrekning hvis terrengforholdene tillater det.

Det er i det hele meget viktig for å oppnå et godt økonomisk

resultat at man planlegger kjøringen ordentlig på feltet. Det betaler seg godt at traktorføreren orienterer seg på feltet før markberedningen begynner, så han får lagt lange markberedningsstriper i en hensiktsmessig kjøreretning. Fremfor alt er det viktig at kjøringen foregår så rettlinjet som mulig. Traktoren kjøres fram langs en stripe og tilbake den neste. Da blir imidlertid svingeradien for liten når traktor og harv skal snu for å kjøre tilbake langs neste stripe. Dette medfører at traktoren må gjøre en ekstra stor bue for å greie snuingen, og det øker snutiden. Vi prøvde forskjellige måter for å få en gunstig svingeradius under snuingen, for å redusere snutiden til et minimum. Den beste måten vi fant fram til, var å planlegge kjøringen slik som vist i fig. 26. En ser at man hopper over 5 striper når traktoren snur for å kjøre nedover og 3 striper når den snur for å kjøre oppover. Derved blir svingeradien 2,25 meter og 3,75 meter for Imsets enkelte traktorharv, og 4,13 meter og 6,88 meter for skålharven.

I de tre foregående avsnitt har vi behandlet prestasjonene ved manuell og maskinell markberedning. Man har av og til diskutert hvor vidt vi er istand til å gjennomføre vårt skogkulturprogram med den tilgjengelige arbeidskraft. Det har derfor en viss interesse å se i hvilken grad arbeidskraften blir utnyttet enten arbeideren utfører markberedningen med håndhakke, hest og harv eller traktor og harv. Slike beregninger kan utføres ved hjelp av tabellene 13, 14, 16 og 18.

La oss eksempelvis anta at to mann skal markberede et 100 meter langt felt. Vi forutsetter at feltet er horisontalt og har et tynt kvistdekke. Det har en vanskelighetsklasse på 2—3, og humusdekkets tykkelse er gjennomsnittlig 5 cm. Når arbeidet utføres manuelt er avstanden mellom markberedningsflekkene 1,5 meter. Da vil de to arbeidere i samme tidsrom markberede 6 ganger så stort areal med hest og Hopes harv, 9—10 ganger så stort areal med Oliver Cletrac HG-42 og Imsets enkelte traktorharv og 26—30 ganger så stort areal med hver sin Oliver Cletrac HG-42 og skålharv som det areal de greier når de bruker hakke.

Her er arbeidsplasstiden benyttet som grunnlag for sammenligningen. Da både transporttiden til feltet og innstillings-

Fig. 27. Skålharven under transport.

Disk harrow under transport.

Fig. 28. Markberedning med Oliver Cletrac HG-42 og skålharv. 1 manns betjening.

Screefing with Oliver Cletrac HG-42 and the disk harrow. Crew: One man.

Fig. 29. Skålharven i arbeide.

Screefing with the disk harrow.

Fig. 30. Imsets enkelte traktorharv i arbeide.

Screefing with Imset tractorharrow I.

Fig. 31. Markberedning med Oliver Cletrac HG-42 og Imsets enkelte traktorharv. 2 manns betjening.

Screefing with Oliver Cletrac HG-42 and Imset tractorharrow I. Crew: Two men.

Fig. 32. Resultat etter markberedning med Imsets enkelte traktorharv.

Result of screefing with Imset tractorharrow I.

tiden før markberedningen kan begynne på feltet er større for maskinell enn for manuell markberedning er forholdet noe ugunstigere for traktor- og hestemarkberedning enn det som de nevnte tall skulle tyde på. Dette er særlig tilfelle for små felter med stor avstand mellom feltene, mens de refererte forholdstall stemmer bra når markberedningen utføres på store felter.

Det kvalitative resultat etter mekanisert markberedning.

Det er ikke nok at man oppnår en høy prestasjon under markberedningen. En må forlange at harvene lager tilstrekkelig mange og brukbare såsenger for frø, jevnt fordelt over arealet. Dette kan bare bedømmes ved å følge planteoppslaget og planteavgangen etter markberedningen gjennom en årrekke. En slik bedømmelse av resultatet vil bli gjort på de felter som undersøkelsen omfatter av professor Mork.

For å gi en foreløbig orientering om markberedningskvaliteten, ble som tidligere nevnt resultatet av markberedningen bedømt ved en revisjon umiddelbart etter markberedningens avslutning.

Som grunnlag for bedømmelsen av markberedningsresultatet ble antall flekker og markberedt flekkareal pr. dekar målt. Det innsamlede materiale ble som tidligere nevnt jevnet ut numerisk, og de utjevnede funksjoner er oppgitt i tabell 9. Det kvalitative resultat etter markberedningen med de forskjellige harver er beregnet for varierende tykkelse av humusdekket ved hjelp av disse funksjoner. Resultatet av beregningen sees av tabellene 19—22.

Feltets vanskelighetsklasse (som også omfatter steininnholdet i marken) øvde ingen merkbar innflytelse på antall flekker eller flekkarealet pr. dekar. Om harvene møtte en terrenghindring, hoppet de over og laget tilsvarende flere flekker mellom hindringene. Dette skyldes delvis den automatiske utløsning hos Imsetharven og delvis at skålene rullet forbi terrenghindringene for skålharvens vedkommende. Dessuten kunne den som betjente Imsetharvene og Hopes hesteharv løse

Tabell 19.

Kvalitativt resultat under markberedning med Hopes hesteharv.

Qualitative result of screefing with Hope horse-harrow.

Humus-tykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm*	Markberedt areal i dm² pr. dekar *Screefed area in sq. dm. per 0.1 hectare*					Antall markberedte flekker pr. dekar *Number of patches per 0.1 hectare*			Flekk-størrelse dm² pr. flekk *Mean size of patches in in sq. dm*
	Mineral-jordsflekker *Patches of mineral soil*		Humusflekker *Patches of humus*		Alle flekker Dm² *Total Sq. dm*	Mineralsjords-flekker *Patches of mineral soil*	Humus-flekker *Patches of humus*	Alle flekker *Total*	
	dm² *Sq. dm*	%	dm² *Sq. dm*	%					
3	3 879	67.2	1 890	32.8	5 769	215	123	338	17.1
4	3 432	66.9	1 697	33.1	5 129	194	118	312	16.4
5	2 985	66.5	1 505	33.5	4 490	172	115	287	15.7
6	2 538	65.9	1 312	34.1	3 850	150	112	262	14.7
7	2 091	65.1	1 120	34.9	3 211	128	108	236	13.6
8	1 644	63.9	927	36.1	2 571	106	105	211	12.2
9	1 197	62.0	735	38.0	1 932	85	100	185	10.4
10	750	58.0	542	42.0	1 292	63	97	160	8.1

Tabell 20.

Kvalitativt resultat under markberedning med Imsets hesteharv.

Qualitative result of screefing with Imset horse-harrow.

Humus-tykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm*	Markberedt areal i dm² pr. dekar *Screefed area in sq. dm. per 0.1 hectare*					Antall markberedte flekker pr. dekar *Number of patches per 0.1 hectare*			Flekk-størrelse dm² pr. flekk *Mean size of patches in in sq. dm*
	Mineral-jordsflekker *Patches of mineral soil*		Humusflekker *Patches of humus*		Alle flekker dm² *Total Sq. dm*	Mineralsjords-flekker *Patches of mineral soil*	Humus-flekker *Patches of humus*	Alle flekker *Total*	
	dm² *Sq. dm*	%	dm² *Sq. dm*	%					
3	3 648	73.3	1 331	26.7	4 979	283	100	383	13.0
4	3 206	70.4	1 348	29.6	4 554	255	115	370	12.3
5	2 765	66.9	1 365	33.1	4 130	226	131	357	11.6
6	2 323	62.7	1 383	37.3	3 706	197	147	344	10.8
7	1 882	57.4	1 399	42.6	3 281	168	163	331	9.9
8	1 440	50.4	1 417	49.6	2 857	138	179	317	9.0
9	999	41.1	1 434	58.9	2 433	109	195	304	8.0
10	557	27.7	1 451	72.3	2 008	81	210	291	6.9

Tabell 21.

Kvalitativt resultat under markberedning med Imsets traktorharv I.

Qualitative result of screefing with Imset tractor harrow I.

Humus-tykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm*	Markberedt areal i dm² pr. dekar *Screefed area in sq. dm. per 0.1 hectare*					Antall markberedte flekker pr. dekar *Number of patches per 0.1 hectare*			Flekk-størrelse dm² pr. flekkk *Mean size of patches in in sq. dm*
	Mineral-jordsflekker *Patches of mineral soil*		Humusflekker *Patches of humus*		Alle flekker dm² *Total Sq. dm*	Mineral-jords-flekker *Patches of mineral soil*	Humus-flekker *Patches of humus*	Alle flekker *Total*	
	dm² *Sq. dm*	%	dm² *Sq. dm*	%					
3	5 412	97.2	155	2.8	5 567	301	22	323	17.2
4	4 952	90.6	512	9.4	5 464	276	47	323	16.9
5	4 493	83.8	867	16.2	5 360	251	72	323	16.6
6	4 034	76.7	1 223	23.3	5 257	225	98	323	16.3
7	3 575	69.4	1 579	30.6	5 154	200	123	323	16.0
8	3 116	61.7	1 934	38.3	5 050	175	148	323	15.6
9	2 656	53.7	2 291	46.3	4 947	149	174	323	15.3
10	2 197	45.4	2 647	54.6	4 844	124	199	323	15.0

Tabell 22.

Kvalitativt resultat under markberedning med skålharven.

Qualitative result of screefing with disk harrow.

Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm*	Markberedt areal i dm² pr. dekar *Screefed area in sq. dm. per 0.1 hectare*					Antall markberedte flekker pr. dekar *Number of patches per 0.1 hectare*			Flekkstørrelse dm² pr. flekk *Mean size of patches in in sq. dm*
	Mineraljordsflekker *Patches of mineral soil*		Humusflekker *Patches of humus*		Alle flekker dm² *Total Sq. dm*	Mineralsjordsflekker *Patches mineral soil*	Humusflekker *Patches of humus*	Alle flekker *Total*	
	dm² *Sq. dm*	%	dm² *Sq. dm*	%					
3	6 745	96.6	237	3.4	6 982	308	19	327	21.4
4	5 805	93.7	387	6.3	6 192	274	30	304	20.4
5	4 865	90.1	537	9.9	5 402	240	42	282	19.2
6	3 925	85.1	687	14.9	4 612	205	54	259	17.8
7	2 985	78.1	837	21.9	3 822	171	66	237	16.1
8	2 045	67.4	987	32.6	3 032	137	77	214	14.2
9	1 105	49.3	1 137	50.7	2 242	103	89	192	11.7
10	165	11.4	1 287	88.6	1 452	69	100	169	8.6

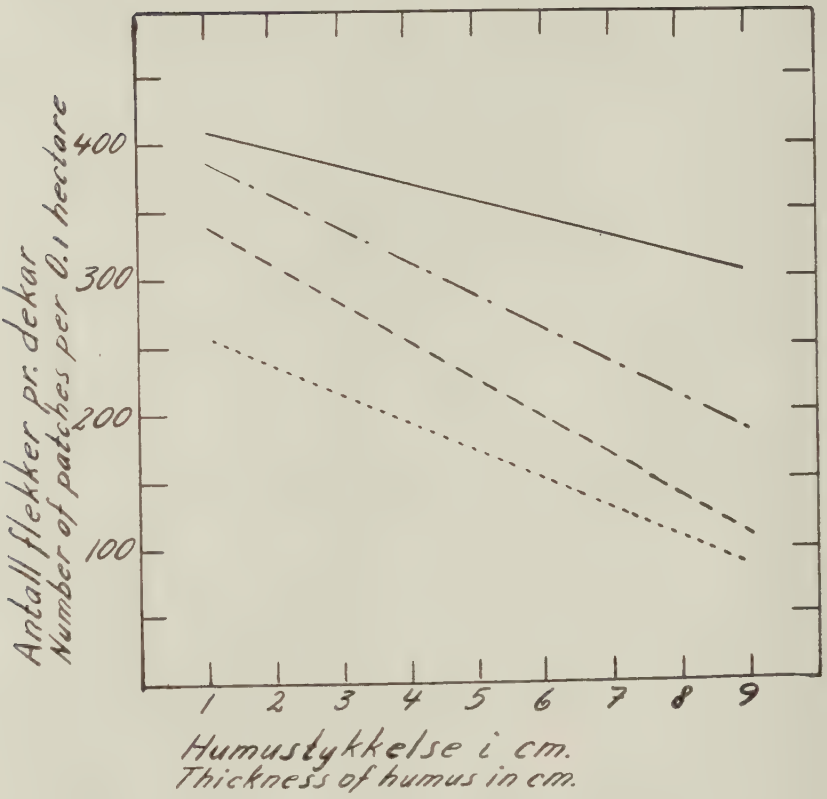


Fig. 33. Antall markberedningsflekker pr. dekar. Hesteharver.
Number of patches per 0,1 hectare. Horsedrawn harrows.

———	Imset hesteharv. *Imset horseharrow.*	Alle flekker. *All patches.*
— — —	—»—	Mineraljordsflekker. *Patches of mineral soil.*
— . —	Hopes hesteharv. *Hope horseharrow.*	Alle flekker. *All patches.*
.....	—»—	Minerljordsflekker. *Patches of mineral soil.*

dem ut med håndkraft, og sørge for at de laget flekker mellom terrenghindringene. Noe lignende er tilfellet med hensyn til kvistdekket. Traktorharvene markberedte like godt uansett kvistdekkets tykkelse. Hesteharven hadde derimot vanskelig for å slå igjennom store kvisthauger. Men da kvistdekket stadig varierer i tykkelse over feltet, ble flekkene fortrinsvis laget

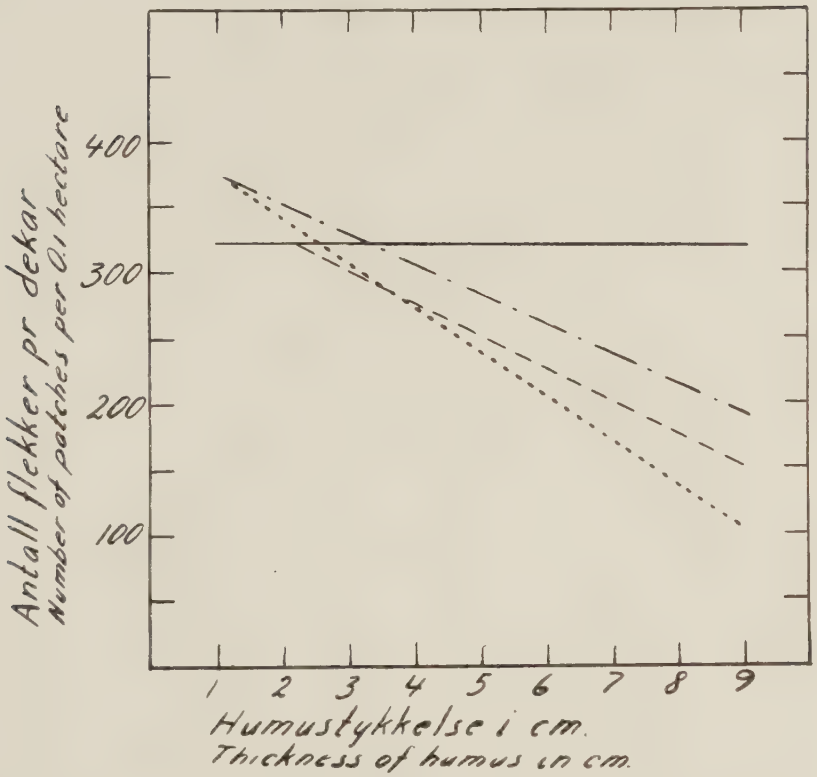


Fig. 34. Antall markberedningsflekker pr. dekar. Traktorharver.
Numner of patches per 0,1 hectare. Tractordrawn harrows.

——— Imsets traktorharv I.	Alle flekker.
Imset tractorharrow I.	*All patches.*
— — — —»—	Mineraljordsflekker.
	Patches of mineral soil.
— . — Skålharven.	Alle flekker.
Disk harrow.	*All patches.*
..... —»—	Mineraljordsflekker.
	Patches of mineral siolæ.

der hvor det var lite kvist. Dette lot seg gjøre både med Imsets og Hopes hesteharv fordi de kunne løses ut og kobles inn der hvor arbeideren fant det formålstjenlig.

Vanskelighetsklassen og tykkelsen av kvistdekket hadde derfor ingen annen virkning på det kvalitative resultat enn en

viss uregelmessighet i flekkenes fordeling over arealet. Ved en skjønnsmessig vurdering viste det seg imidlertid at regelmessigheten av flekkenes fordeling på alle felter som undersøkelsen omfatter, var tilstrekkelig stor til å gi grunnlag for en jevn foryngelse.

Seigheten i humusdekket og vegetasjonstypen hadde stor betydning for det kvalitative resultat etter markberedningen. Da det viste seg å være en god sammenheng mellom disse faktorer og tykkelsen av humusdekket er det tatt hensyn til dem ved å bruke humustykkelsen som grunnlag for klassifisering av humusdekket. Dette er en vesentlig fordel, fordi humustykkelsen kan måles.

Fig. 33 og 34 viser flekkantallets variasjon med humustykkelsen. For oversiktens skyld er både totalt antall markberedte flekker og flekker flådd ned til mineraljord tatt med. I det følgende vil vi hovedsakelig diskutere variasjonen i antall mineraljordsflekker, fordi det er dem som vanligvis kan danne brukbare såsenger for frø.

En ser at traktorharvene lager flere mineraljordsflekker pr. dekar enn hesteharvene. Flekkantallet synker sterkt med økende humustykkelse, men i sterkere grad for hesteharvene enn for traktorharvene. Hopes hesteharv lager færre flekker pr. dekar, men er mindre avhengig av humusdekkets tykkelse enn Imsets hesteharv. På den annen side lager Hopes hesteharv større flekker enn Imsets hesteharv. (se tabellene 19 og 20), men flekkstørrelsen synker sterkt med økende tykkelse av humusdekket for begge harvene. Det samme er tilfelle for traktorharvens vedkommende (se tabellene 21 og 22). Flekkenes størrelse varierer imidlertid forholdsvis lite med humustykkelsen for Imsets traktorharv (15,0—17,2 dm^2 når humustykkelsen varierer fra 10—3 cm), mens de minsker sterkt med økende humustykkelse for skålharvens vedkommende. Når humustykkelsen er 7,1 cm lager begge harver like store flekker (gjennomsnittlig 15,9 dm^2 pr. flekk). På tynnere humusdekker lager skålharven de største flekker, men på tykkere humusdekker er flekkene størst etter Imsets traktorharv.

Av fig. 34 ser en at Imsets traktorharv og stålharven lager like mange mineraljordsflekker pr. dekar (ca. 285 flekker pr. dekar) når humusdekket er 3,7 cm tykt. Er humustykkelsen

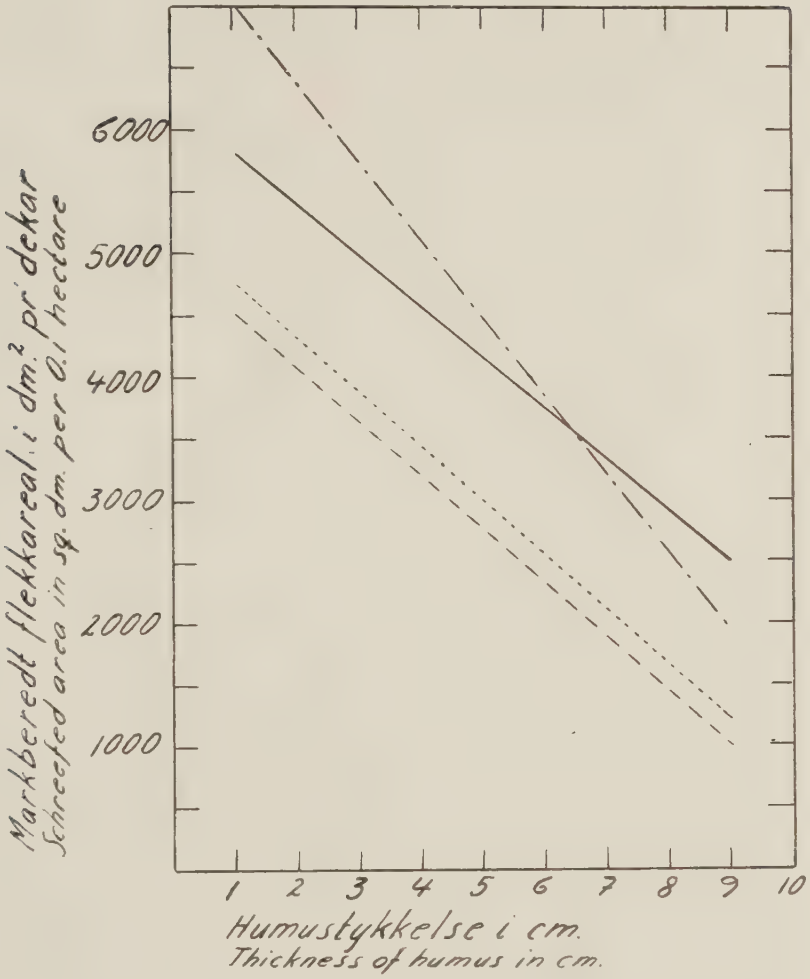


Fig. 35. Markberedt flekkareal pr. dekar. Hesteharver.
Screefed area per. 0,1 hectare. Horsedrawn harrows.

——— Imsets hesteharv. *Imset horseharrow.*	Alle flekker. *All patches.*
— — — —»—	Mineraljordsflekker. *Patches of mineral siol.*
— . — Hopes hesteharv. *Hope horseharrow.*	Alle flekker. *All patches.*
..... —»—	Mineraljordsflekker. *Patches of mineral soil.*

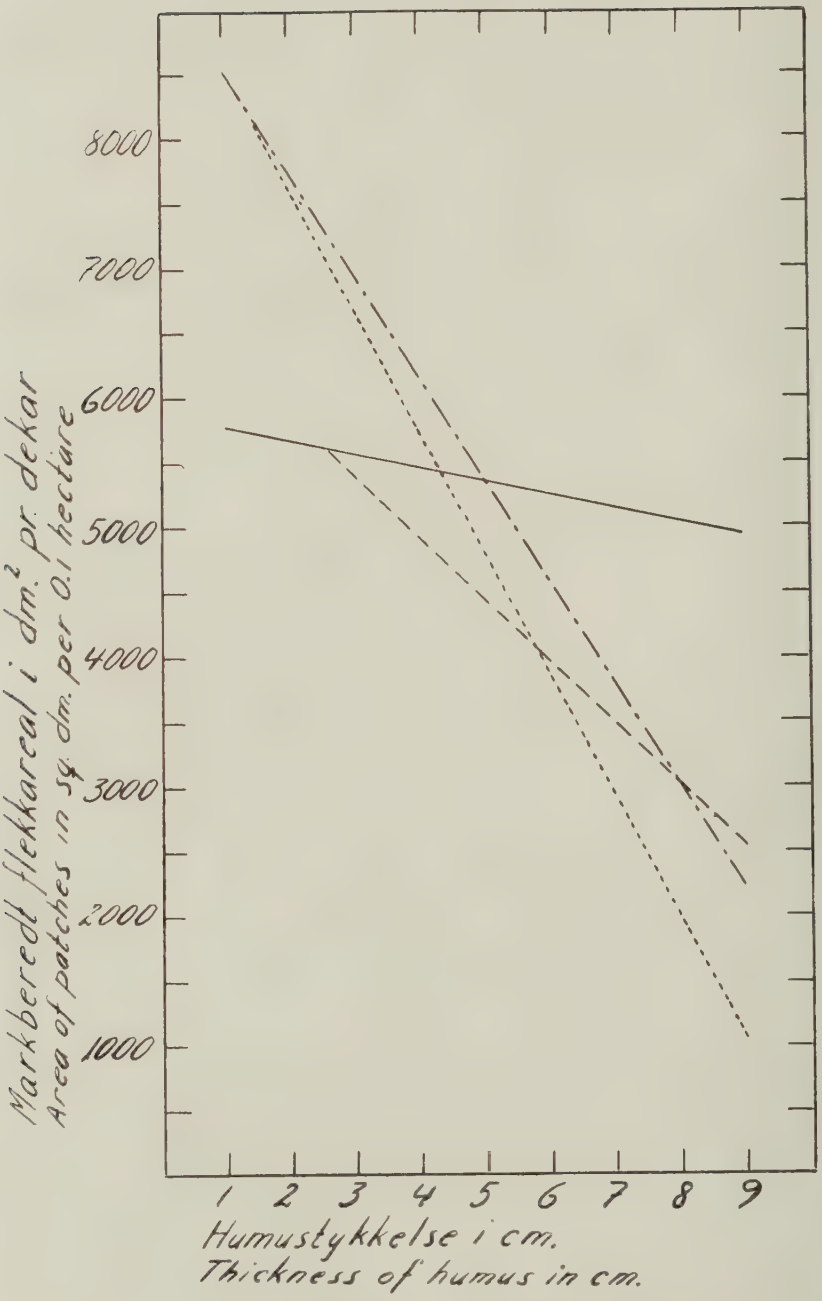


Fig. 36. Markberedt flekkareal pr. dekar. Traktorharver.
Screefed area per 0,1 hectare. Tractordrawn harrows.

——— Imset traktorharv I. Alle flekker.
Imset tractorharrow. All patches.
— — — —»— Mineraljordsflekker.
Patches og mineral soil.
— . — Skålharven. Alle flekker.
Disk harrow. All patches.
..... —»— Mineraljordsflekker.
Patches of mineral soil.

mindre, lager skålharven flest flekker, mens Imsets traktorharv lager flest flekker når humusdekket er tykkere enn 3,7 cm.

Fig. 35 og 36 viser hvorledes det markberedte flekkareal pr. dekar varierer med humustykkelsen. Flekkarealet er oppgitt i dm^2 pr . dekar. Ved å dividere disse tall med 1000 fremkommer den prosentiske del av feltet som er blottlagt under markberedningen. Hvis f. eks. humusdekket er 7 cm tykt, blottlegger Imsets traktorharv 3575 dm^2 mineraljordsflekker pr. dekar. Dette tilsvarer at mineraljorden er blottlagt på 3,58 % av feltets areal.

En ser at flekkarealet avtar sterkt med økende humustykkelse for alle harvene. Det er liten forskjell i arealet av mineraljordsflekker pr. dekar for de to hesteharver, men de blottlegger en mindre del av feltet enn traktorharvene under markberedningen.

Hvis humusdekket er tynnere enn 2,6 cm for Imsets traktorharv og 1,4 cm for skålharven, blir alle markberedte flekker flådd ned til mineraljord. Når humusdekket er tykkere representerer mineraljordsflekkene en mindre del av de markberedte flekker, jo større humustykkelsen er. (se tabellene 21 og 22).

Både når det gjelder totalt antall markberedte flekker, og i enda sterkere grad flekker flådd ned til mineraljord, er skålharven mer avhengig av humusdekkets tykkelse enn Imsets traktorharv. De to harver blottlegger like meget av mineraljorden, når humusdekket er 5,8 cm tykt (ca. 4150 dm^2 pr. dekar). Skålharven blottlegger en større del av mineraljorden enn Imsets traktorharv når humusdekket er tynnere, mens Imsets traktorharv blottlegger mere av mineraljorden når humusdekket er tykkere enn 5,8 cm.

Av tabellene 19—22 kan en se størrelsen av det markberedte flekkareal pr. dekar under forskjellige forhold. For å få et begrep om hva disse flekkarealer betyr kan vi tenke oss at alle flekker blir flådd ned til mineraljord og er 3 x 3 dm^2 store. Avstanden fra kanten av en flekk til kanten av den neste er 1,5 meter. Dette gir et markberedningsresultat på 2778 dm^2 mineralflekker pr. dekar. Mineraljorden er altså blottlagt over 2,78 % av feltets areal. En ser at hesteharvene blottlegger en mindre del av arealet enn dette når humusdekket er tykkere enn ca. 5 cm. For skålharven ligger grensen ved 7,3 cm og for Imsets

Tabell 23.

Areal omvendt torv i dm² pr. dekar etter markberedning.

Area of turf turned over by screefing in sq. dm. per 0.1 hectare.

Humus-tykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm*	Imsets traktor harv I *Imset tractor harrow I*				Skålharven *Disk harrow*			
	Mineraljords-torv *Turf of mineral soil*	Humus-torv *Turf of humus*	All omvendt torv *Total turf turned over* dm² *Sq. dm.*	i % av markberedt areal pr. dekar *Percent of screefed patches per 0.1 hectare*	Mineraljords-torv *Turf of mineral soil*	Humus-torv *Turf of humus*	All omvendt torv *Total turf turned over* dm² *Sq. dm.*	i % av mark beredt areal pr. dekar *Percent of screefed patches per 0.1 hectare*
3	591	939	1 530	27.5	1 743	673	2 416	34.6
4	534	1 255	1 789	32.7	1 299	1 026	2 325	37.6
5	477	1 512	1 989	37.1	956	1 219	2 175	40.3
6	421	1 709	2 130	40.5	676	1 251	1 927	41.8
7	364	1 848	2 212	42.9	438	1 123	1 561	40.8
8	307	1 927	2 234	44.2	233	834	1 067	35.2
9	250	1 947	2 197	44.4	51	385	436	19.5
10	193	1 908	2 101	43.4	—	—	—	—

traktorharv ved 8,8 cm, men selv ved 10 cm tykt humusdekke blottlegger Imsets traktorharv ca. 2,2 % av mineraljorden på feltet. Dette er under forutsetning av en gangs markberedning av feltet.

Hesteharvene gir derfor bare en brukbar markberedning på felter der humusdekket er tynnere enn ca. 5 cm. Hvis det er tykkere humusdekke er traktorharvene å foretrekke. Skålharven gir et

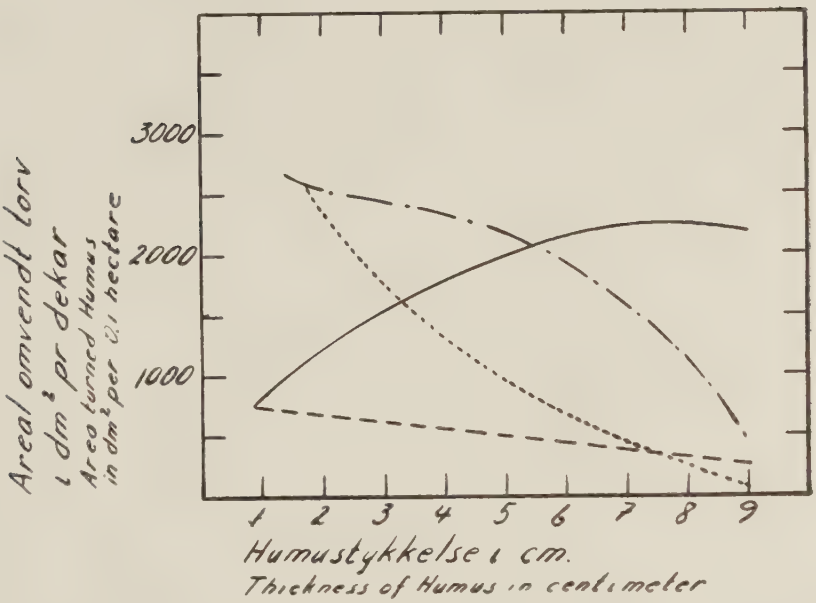


Fig. 37. Areal av omvendt torv etter markberedning med traktorharver.
Area with turf turned ower. Tractordrawn harrows.

———	Imset traktorharv I.	All omvendt torv.
	Imset tractorharrow I.	*All turf turned ower.*
— — —	—»—	Mineraljordstorv.
		Turf of mineral soil.
— . —	Skå.harven.	All omvendt torv.
	Disk harrow.	*All turf turned ower.*
.....	—»—	Mineraljordstorv.
		Turf of mineral soil.

brukbart markberedningsresultat når humusdekket er 7 cm og tynnere, mens Imsets enkelte traktorharv også gir en bra markberedning når humusdekket er tykkere enn dette.

Den torv som blir flådd av markberedningsflekken, blir snudd opp ned, og lagt ved siden av hver flekk. Med torv mener en her det humusdekke som blir flådd av flekkene. I enkelte tilfeller kan denne torv danne spireleie for frø, særlig når den skriver seg fra flekker flådd helt ned til mineraljorden. Av tabell 23 sees at arealet av den torv som veltes opp av

traktorharvene representerer 30—40 % av det markberedte flekkareal pr. dekar.

Fig. 37 viser hvorledes arealet pr. dekar av omvendt torv varierer med humustykkelsen. En ser at arealet av torv med mineraljord synker med økende tykkelse av humusdekket både for Imsets enkelte traktorharv og for skålharven. Ved ca. 7,5 cm tykt humusdekke velter de to harver opp like meget mineraljordstorv. (335 dm² pr. dekar eller 10—13 % av arealet av markberedte mineraljordsflekker pr. dekar). Når humusdekket er tynnere legger skålharven opp et større areal med mineraljordstorv pr. dekar enn Imsetharven. Dette skyldes delvis at skålharven lager større flekker enn Imsets enkelte traktorharv på de tynneste humusdekker, mens det motsatte er tilfelle på de tykkeste humusdekker. Vi har imidlertid tidligere sett at de to harver lager like stort areal med mineraljordsflekker pr. dekar ved en humustykkelse på 5,8 cm. Denne grense ligger altså ved et tynnere humusdekke enn grensen for like stort areal mineraljordstorv pr. dekar. Dette må forklares ved at skålharven pløyer humusdekket av markberedningsflekkene så torven blir veltet jevnt over. Imsetharven skraper derimot humusdekket av, så torven rives opp og presses sammen.

Dette framgår enda tydeligere av kurven for totalarealet av omvendt torv pr. dekar for Imsets enkelte traktorharv. (fig. 37). Arealet pr. dekar øker med økende humustykkelse inntil et humusdekke på ca. 7,5 cm. På den annen side avtar det markberedte flekkareal pr. dekar med økende humustykkelse (fig. 36). Årsaken er at den torv som skrapes av hver markberedningsflekk blir revet opp og presset sammen. Dette skjer i mindre grad jo tykkere og dermed mer motstandsdyktig mot sammenpressing humusdekket er.

Det har en viss interesse å sammenligne prestasjonene under markberedning med forskjellige harver under forutsetning av at de utfører det samme kvalitative markberedningsarbeid. Callin (1949) har gjort dette ved å sammenligne markberedningstidene pr. 1000 standardflekker (se side 218).

Callin fant at Oliver Cletrac HG-42 og Andersons markberedningsredskap brukte 1,07 traktortimer pr. 1000 standardflekker under markberedning på felter av vanskelighetsklasse 3

Tabell 24.

Antall traktortimer pr. 1000 standardflekker. 100 meter langt felt. Arbeidsplasstid.

Total screefing time in tractor hours per 1000 standard patches. Production time at working place.

Traktor *Tractor*	Harvtype *Harrow type*	Vanskelighetsklasse *Roughness of ground class*	Humustykkelse *Thickness of humus layer*	
			3 cm	9 cm
Oliver Cletrac HG — 42	Imsets traktorharv I	3	1.00	2.03
	Imset tractor harrow I	2	0.94	1.91
Oliver Cletrac HG — 42	Skålharven	3	0.62	2.67
	Disk harrow	2	0.54	2.33
M. A. N. 4-hjulsdreven traktor.	Imsets traktorharv I	3	1.58	3.22
M. A. N. four-wheel driven tractor	*Imset tractor harrow I*	1	0.74	1.51
Fordson Major m. halvbelter.	Imsets traktorharv I	2	1.12	2.28
Fordson Major with half tracks.	*Imset tractor harrow I*			
Bristol beltetraktor.	Imsets traktorharv I	2	1.06	2.16
Bristol crawler tractor.	*Imset tractor harrow I*			
M. A. N. 4-hjulsdreven traktor.	Imsets traktorharv II	1	0.52	1.05
M. A. N. four-wheel driven tractor.	*Imset tractor harrow II*			

og 3 cm tykt humusdekke. I samme undersøkelse brukte Caterpillar D-2 med 2 slagbjørnar 0,76 traktortimer pr. 1000 standardflekker. Feltet var av vanskelighetsklasse 1 og hadde 2,5 cm tykt humusdekke. På et felt av vanskelighetsklasse 1 med gressmark, brukte Oliver Cletrac HG-42 med Bergs Traktoragregat 0,46 traktortimer pr. 1000 standardflekker.

For sammenligningens skyld kan nevnes at i nærværende undersøkelse brukte Oliver Cletrac HG-42 med Imsets enkelte traktorharv 0,76 traktortimer pr. standardflekker og Oliver Cletrac 0,44 traktortimer pr. 1000 standardflekker, på 100 meter langt felt, av vanskelighetsklasse 2, og med 3 cm tykt humusdekke. Forholdene er ikke direkte sammenlignbare, fordi vanskelighetsklassen er forskjellig, og fordi Callin ikke har oppgitt feltets lengde. Men de refererte resultater gir en viss orientering, og en ser at på felter med ca. 3 cm tykt humusdekke er tiden pr. 1000 standardflekker av samme størrelsesorden ved de to undersøkelser.

Her er imidlertid virketiden brukt som grunnlag for sammenligningen. Da tapstidene er forskjellig for de forskjellige harver og traktorer, er det riktigere å bruke arbeidsplasstiden (se side 219). Dessuten utførte Callin sin undersøkelse på felter med tynt humusdekke. For å få et fullstendig bilde av harvenes brukbarhet er det nødvendig at de også prøves på felter med tykk og seig humus.

I tabell 24 er oppgitt arbeidsplasstiden pr. 1000 standardflekker for de traktorer og harver som nærværende undersøkelse omfatter. En ser at Oliver Cletrac HG-42 bruker kortere tid pr. 1000 standardflekker på felter med 3 cm tykt humusdekke når den trekker skålharven enn når den trekker Imsets enkelte traktorharv. (0,54—0,62 timer pr. 1000 standardflekker og 0,94—1,00 timer pr. 1000 standardflekker). På felter med 9 cm tykt humusdekke er tiden pr. 1000 standardflekker 1,91—2,03 timer med Imsets enkelte traktorharv og 2,33—2,67 timer med skålharven. På felter med tykkere humusdekke enn dette bruker Imset-harven kortere tid pr. 1000 standardflekker enn skålharven. Dette spørsmål kommer vi senere tilbake til under diskusjonen av de økonomiske forhold ved markberedningen. Men en ser at humusdekkets tykkelse er av stor betydning for resultatet.

Omkostninger ved markberedningen.

Foran har jeg beskrevet hvorledes prestasjonene varierer med feltets lengde, samt mark og terrengforholdene under markberedning med forskjellige maskiner og redskaper. Her er arbeidsplasstiden eller den tid maskiner og mannskap er i virksomhet på selve feltet lagt til grunn for beregning av prestasjonene. Men feltets størrelse og avstanden mellom feltene spiller også en rolle for den totale prestasjon under markberedningen, idet hjelpetider som transport mellom feltene og innstillingstid på feltet, kommer i tillegg til arbeidsplasstiden. Dette gjelder i sterkere grad når markberedningen utføres med maskiner enn med håndkraft. Da feltstørrelsen og avstanden mellom feltene varierer i de forskjellige skoger, har jeg valt å bruke arbeidsplasstiden, fordi denne gir et godt bilde av prestasjonenes variasjon med mark og terrengforholdene.

Av samme grunn har jeg valt å bruke prestasjonene i følge arbeidsplasstiden til beregning av markberedningsomkostningene. Hvis disse skal brukes til kalkyle over markberedningens kostende i et aktuelt tilfelle, må en derfor legge til transportomkostningene, samt omkostninger p. g. a. orientering, planlegging og igangsetting på feltet. Videre er det regnet med at skogeieren eier de redskaper og maskiner som brukes. Hvis markberedningen skal settes bort på akkord til en maskinholder, må en også legge til maskinholderens fortjeneste (driftsherregevinsten).

Under omkostningsberegningen er benyttet priser som gjaldt ved markarbeidets avslutning i 1950.

I den senere tid har man begynt å sette bort det *manuelle markberedningsarbeid* på akkord. Det er vanlig å fastsette en pris pr. markberedningsflekk. Dette er en bra fremgangsmåte, idet prestasjonen angitt som antall flekker pr. time varierer lite med flekkavstanden. Derimot er det meget viktig at akkordprisen varierer med humusdekkets tykkelse, og eventuelt feltets lengde. Akkordprisen er lett å beregne på grunnlag av de prestasjoner som er oppgitt i tabell 15, når en kjenner arbeidernes timelønn. En slik beregning er utført under forutsetning av en timelønn på kr. 3,00, feltlengde 100 meter, og 1,5 meters avstand mellom flekkene. Dette gir følgende resultat:

Humustykkelse i cm	Akkordpris i øre pr. flekk
2	3.1
3	3.6
4	4.1
5	4.5
6	5.0
7	5.5
8	5.9
9	6.4
10	6.8

Av hensyn til sammenligning av manuell og maskinell markberedning, er det av interesse å beregne omkostningenen pr. dekar. Dette er gjort under forutsetning av en timelønn på kr. 3,00 og 1.5 meters avstand mellom markberedningsflekkene.

Tabell 25.

Markberedningskostnad i kroner pr. dekar. Manuelt arbeid. Flekkstørrelse 13,4 dm². Avstand mellom flekkene 1,5 meter. Timelønn kr. 3,00.

Screefing cost in Norwegian kroner per 0.1 hectare. Manuel work. Mean size of patches 13,4 sq. dm. Space between patches 1,5 meter. The workers piece rate 3,00 Norwegian kroner per hour.

Feltets lengde i meter *Length of regeneration area in meters*	Humustykkelse i cm *Thickness of humus layer in cm.*								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	16.57	18.63	20.69	22.90	25.00	27.03	29.13	31.25	33.33
20	15.00	17.05	19.23	21.28	23.44	25.42	27.52	29.70	31.91
30	14.49	16.57	18.63	20.55	22.90	25.00	27.03	29.13	31.25
40	14.22	16.30	18.40	20.41	22.56	24.59	26.79	28.85	30.93
60	13.95	16.04	18.18	20.21	22.31	24.32	26.52	28.64	30.69
80	13.82	15.94	18.04	20.09	22.16	24.21	26.38	28.50	30.57
100	13.76	15.87	17.96	20.00	22.06	24.13	26.29	28.42	30.50
200	13.57	15.71	17.75	19.87	21.90	24.00	26.09	28.30	30.31

Tabell 25 viser at omkostningene varierer forholdsvis lite med feltes lengde, men øker meget sterkt med økende tykkelse av humusdekket. På et felt av 100 meters lengde øker omkostningene fra 13,76 kr. pr. dekar til 30,50 kroner pr. dekar når humustykkelsen varierer fra 2 cm til 10 cm.

Omkostningene under markberedning med hesteharver, er avhengig av prestasjonen, timelønnen, samt renter, amortisasjon og vedlikehold av harven. I kalkylen er regnet med et mannskap på 2 mann. Det er regnet med en amortiseringstid på 5 år for harvene, og 400 driftstimer pr. år. Vedlikeholdsomkostningene på harvene settes til 100 % av amortiserings og forrentningsomkostningene. Innkjøpsprisen for Imsets hesteharv er kr. 650,00 og for Hopes hesteharv kr. 680,00. Dette gir følgende utgifter pr. time:

Hopes hesteharv:

Timelønn for mann og hest	kr.	5,00
Timelønn for medhjelper	»	3,00
Forrentning og amortisasjon av harven pr. år: $680 \cdot \frac{1{,}035^5 \cdot 0{,}035}{1{,}035^5 \div 1} = \text{kr. } 150{,}60$		
pr. time: kr. $\frac{150{,}60}{400}$ =	»	0,38
Vedlikehold pr. time	»	0,38
Alle utgifter pr. time	~ kr.	8,75

Imsets hesteharv:

Timelønn for mann og hest	kr.	5,00
Timelønn for medhjelper	»	3,00
Forretnning og amortisasjon pr. år $650 \cdot \frac{1{,}035^5 \cdot 0{,}035}{1{,}035^2 \div 1} = \text{kr. } 143.96$		
pr. time kr. $\frac{143{,}96}{400}$	»	0,36
Vedlikeholdsomkostninger pr. time	»	0,36
Alle utgifter pr. time	~ kr.	8,70

Tabell 26.

Markberedningskostnader i kroner pr. dekar for forskjellige hesteharver.

Screefing costs Norwegian kroner per 0.1 hectare. Horse-drawn harrows.

Harvtype *Harrow type*	Seighet i humus *Toughness of humus*	Kvist-mengde *Depth of slash*	Terreng-helling *Terrain Gradient*	Feltets lengde i meter *Length of the regeneration area in meters*							
				30	50	70	100	150	200	300	400
Hope	3	2	1	6.68	5.95	5.65	5.40	5.21	5.12	5.03	5.00
	2	1	1	5.99	5.27	4.94	4.70	4.53	4.44	4.35	4.31
Imset	3	2	1	6.35	5.61	5.30	5.09	4.92	4.83	4.73	4.70
	2+3	1	1	5.84	5.12	4.81	4.58	4.39	4.31	4.22	4.18

En ser at utgiftene på grunn av harven spiller forholdsvis liten rolle i forhold til utgifter på grunn av hest og mannskap. I eksemplet ovenfor representerer utgiftene iflg. harv bare ca. 8,5 % av markberedningsomkostningene, mens hest og mannskap representerer ca. 91,5 %.

Ved hjelp av disse priser og prestasjonene oppgitt i tabell 16, kan vi beregne omkostningene under markberedningen.

Tabell 26 viser omkostningene i kroner pr. dekar. Her er altså forutsatt 8 timers arbeidsdag. På grunn av det anstrengende arbeid for hesten er er det sansynlig at arbeidsdagen blir noe kortere slik at omkostningene i tabell 26 bør økes noe.

Av tabellen ser en at det er meget liten forskjell i omkostningene for de to harver, men de er noe lavere for Imsetharven enn for Hopeharven. På et 100 meter langt felt koster markberedningen med Imsets hesteharv 4,58—5,09 kr. pr. dekar og med Hopes hesteharv 4,70—5,40 kr. pr. dekar. Dette betyr at markberedning med disse hesteharver er ca. 2,5—6,5 ganger så billig som manuelt arbeide, alt etter mark og terrengforholdene.

Som eksempel på *omkostningenes størrelse under markberedning med traktorredskap*, er valt Oliver Cletrac HG-42 med skålharv og en manns betjening eller Imsets enkelte traktorharv og to manns betjening. For traktoren er det regnet med 5 års amortiseringstid og 1000 driftstimer pr. år. For harvene er det regnet med 5 års amortiseringstid og 400 driftstimer pr. år. Videre er det regnet med 3,5 % rente, og følgende priser for redskap og maskiner:

Oliver Cletrac HG-42	kr.	22400
Vinsj	»	5600
Sum	kr.	28000
Imsets enkelte traktorharv	kr.	1600
Skålharven	»	2700

Oliver Cletrac HG-42 og Imsets enkelte traktorharv.

Forrentning og amortisasjon av traktor

pr. år $28000 \cdot \frac{1{,}035^5 \cdot 0{,}035}{1{,}035^5 \div 1} =$ kr. 6201,44

pr. time kr. $\frac{6201{,}44}{1000}$ = ... kr. 6,20

Vedlikehold av traktor pr. time ..... » 6,20

Forrentning og amortisasjon av harv

pr. år 1600 . $\frac{1{,}035^5 \cdot 0{,}035}{1{,}035^5 \div 1}$ = kr. 354,37

pr. time kr. $\frac{354{,}37}{400}$ = ... » 0,89

Vedlikehold av harv pr. time ..... » 0,89

Brensel: 3 liter petroleum pr. time à kr. 0,33 = » 0.99

Olje: 0,25 liter olje pr. time à kr. 3,00 = ... » 0,75

Timelønn til mannskap: 2 mann à kr. 3,00 = ... » 6,00

Alle utgifter pr. time ~ kr. 21,90

Oliver Cletrac HG-42 og skålharven.

Forrentning og amortisasjon av traktor pr. time kr. 6,20

Vedlikehold av traktor pr. time ..... » 6,20

Forrentning og amortisasjon av harv

pr. år 2700 · $\frac{1{,}035^5 \cdot 0{,}035}{1{,}035^5 \div 1}$ = 598,00

pr. time kr. $\frac{598{,}00}{400}$ = ... » 1,50

Vedlikehold av harv pr. time ..... » 1,50

Brensel: ..... » 0,99

Olje: ..... » 0,75

Timelønn til traktorfører ..... » 3,00

Alle utgifter pr. time ~ kr. 20,15

Når traktoren markbereder med Imsets enkelte traktorharv, representerer utgiftene til traktoren ca. 65 %, til harv ca. 8 % og til mannskap ca. 27 % av omkostningene. Under markberedning med skålharven er traktorutgiftene ca. 70 % av alle utgifter, harvutgifter ca. 15 % og utgifter til mannskap ca. 15 %.

Tabell 27 viser omkostningene under markberedning med de to traktorharver i kroner pr. dekar. De er beregnet på grunnlag av prestasjonene oppgitt i tabell 18. En ser at feltets

Tabell 27.

Markberedningskostnader i kroner pr. dekar for forskjellige traktorharver. Trekkraft: Oliver Cletrac HG-42.

Screefing costs in Norwegian kroner per 0.1 hectare. Tractor-drawn harrows. Tractor: Oliver Cletrac HG-42.

Harvtype *Harrow type*	Vanskelighetsklasse *Roughness of ground Class*	Feltets lengde i meter *Length of the regeneration area in meters*							
		30	50	70	100	150	200	300	400
Imsets traktor harv I	3	9.95	8.90	8.42	8.08	7.82	7.68	7.55	7.50
Imset tractor harrow I	2	9.36	8.36	7.93	7.60	7.35	7.23	7.11	7.04
Skålharven	3	6.09	5.55	5.32	5.14	5.01	4.94	4.88	4.84
Disk harrow	2	5.57	4.95	4.69	4.49	4.33	4.25	4.18	4.14

vanskelighetsklasse og feltets lengde, særlig for felter som er kortere enn ca. 150 meter øver innflytelse på omkostningene. Omkostningene blir større med Imsets enkelte traktorharv enn med skålharven. På 100 meter langt felt koster markberedningen 7,60—8,08 kroner pr. dekar med Imsetharven, eller 57—69 % mere enn med skålharven, som utfører markberedningen for 4,49—5,14 kroner pr. dekar. Det er liten forskjell i omkostningene enten markberedningen utføres med hesteharver eller med skålhårven trukket av Cletrac, men omkostningene er større med Imsets enkelte traktorharv.

Det er tidligere nevnt at omkostningene er beregnet på grunnlag av arbeidsplasstiden. For å få de samlede omkostninger må en derfor legge til transportutgiftene mellom feltene, samt utgifter på grunn av orientering, planlegging og igangsetting på feltet. Som et eksempel på virkningen av disse faktorer har jeg beregnet omkostningene for forskjellig avstand mellom feltene, og forskjellige feltstørrelser, når Oliver Cletrac

Tabell 28.

Markberedningskostnader i kroner pr. dekar.
Feltets lengde = 100 meter.
Feltets vanskelighetsklasse = 2.
Oliver Cletrac HG-42.
Skålharven.

Screefing costs in Norwegian kroner per 0,1 hectare.
Length of regeneration area = 100 meters.
Roughness of ground. Class 2.
Oliver Cletrac HG-42.
Disk harrow.

Avstand mellom feltene i meter *Distance between the regeneration areas in meters*	Feltenes størrelse i dekar *Regeneration area in 0,1 hectare*				
	5	10	15	30	100
100	8.62	6.55	5.86	5.18	4.51
500	9.02	6.75	6.00	5.24	4.51
1 000	9.53	7.01	6.17	5.33	4.51
2 000	10.53	7.51	6.50	5.50	4.52

Tabell 29.

Markberedningskostnader i kroner per dekar.
Feltets lengde = 100 meter.
Feltets vanskelighetsklasse = 2.
Oliver Cletrac HG- 42.
Imset enkelte traktorharv.

Screefing costs in Norwegian kroner per 0,1 hectare.
Length of regeneration area = 100 meters.
Roughness of ground. Class 2.
Oliver Cletrac HG-42.
Imset tractorharrow I.

Avstand mellom feltene i meter *Distance between the regeneration areas in meters*	Feltenes størrelse i dekar *Regeneration area in 0,1 hectare*				
	5	10	15	30	100
100	12.09	9.85	9.10	8.35	7.83
500	12.53	10.07	9.25	8.43	7.85
1 000	13.08	10.34	9.43	8.52	7.88
2 000	14.17	10.89	9.79	8.70	7.93

HG-42 markbereder med skålharven (tabell 28) eller Imsets enkelte traktorharv. (Tabell 29). Det er forutsatt at feltene har vanskelighetsklasse 2. Transporthastigheten er 4 km pr. time, og innstillingstiden før markberedningen begynner på feltet er en time. Resultatet av beregningen sees av tabell 28 og 29.

Vi har tidligere sett at prestasjonen, og dermed omkostningene ikke er nok til å avgjøre om traktoren og harven er brukbare til markberedning. Hesten er lite egnet som trekkraft under markberedning, unntagen til mindre og mere tilfeldige arbeider, på grunn av harvens rykkvise belastningsform. Dessuten gir hesteharvene bare en brukbar markberedning på tynnere humusdekker.

For også å ta hensyn til markberedningskvaliteten i den økonomiske sammenligning av redskapene, har jeg beregnet omkostningene i kroner pr. 1000 standardflekker (se side 218). Resultatet av beregningen framgår av fig. 38.

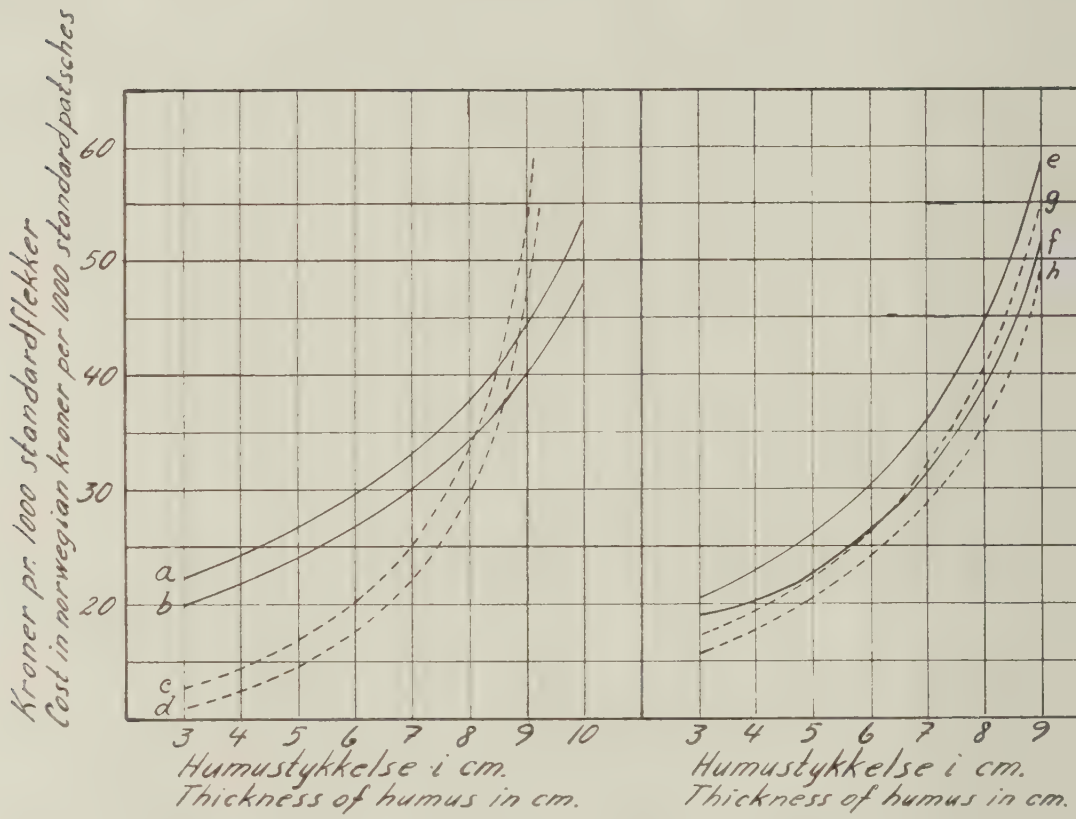


Fig. 38. Markberedningskostnader i kroner pr. 1000 standardflekker. Oliver Cletrac HG-42.

Screefing costs in Norwegian kroner per 1000 standard patches. Oliver Cletrac HG-42.

——— a.	Imsets traktorharv I.	Vanskelighetsklasse				3
	Imset tractorharrow I.	*Roughness of ground Class*				*3*
——— b.	—»—	—»—				*2*
- - - - c.	Skålharven.	—»—				*3*
	Disk harrow.					
- - - - d.	—»—	—»—				*2*
——— e.	Hopes hesteharv.	Seighet i humus	3.	Kvistmengde		2
	Hope horse harrow.	*Tougness i humus*	*3.*	*Depth of slash*		*2*
——— f.	—»—	—»—	2.	—»—		1
— — — g.	Imset hesteharv.	—»—	3.	—»—		2
	Imset horse harrow.					
— — — h.	—»—	—»—	2—3	—»—		1

På felter med ca. 8,5 cm humustykkelse er omkostningene pr. 1000 standardflekker de samme for skålharven og Imsets enkelte traktorharv. Markberedningen koster ca. 38 kroner pr. 1000 standardflekker for vanskelighetsklasse 2 og ca. 43 kroner pr. 1000 standardflekker for vanskelighetsklasse 3 når Oliver Cletrac HG-42 trekker harvene. Hvis humustykkelsen et mindre blir omkostningene pr. 1000 standardflekker minst med skålharven, men er humustykkelsen større er omkostningene minst med Imset-harven.

Det er tidligere påvist at de to harvene lager like stort areal markberedningsflekker pr. dekar når humusdekket er 5,8 cm tykt. Årsaken til at grensen for like store omkostninger pr. 1000 standardflekker ligger ved et tykkere humusdekke enn dette, er at prestasjonene er større for skålharven enn for Imsetharven. På den annen side utfører skålharven bare en tilfredsstillende markberedning når humusdekket er ca. 7 cm og tynnere. Den er derfor å foretrekke når humusdekket er tynnere enn ca. 7 cm, fordi markberedningen blir billigere enn ved bruk av Imsets harven, og fordi harvingen kan utføres av en mann. På tykkere humusdekker er derimot Imsets enkelte traktorharv å foretrekke, fordi den er den eneste av harvene som utfører en tilfredsstillende markberedning på så tykke humusdekker. Dessuten gir Imsetharven en sikrere markberedning enn skålharven hvis markforholdene veksler sterkt fra de tykkeste til de tynnneste humusdekker. I slike tilfeller vil det ofte være riktig å ha både en skålharv og en Imsetharv til disposisjon ved siden av en terrenggående traktor. Man kan da sette inn den harv som måtte passe best for de forskjellige felters markdekke.

Av fig. 38 ser en at markberedningen koster mer pr. 1000 standardflekker når den utføres med hesteharv enn med Oliver Cletrac HG-42 og skålharv. Dessuten blir markberedningen kostbarere pr. 1000 standardflekker med hesteharv enn med Oliver Cletrac HG-42 og Imsets enkelte traktorharv når feltet har tykkere humusdekke enn ca. 7 cm. Men vi har tidligere sett at hesteharvene bare utfører en tilfredsstillende markberedning, og derfor bare har interesse på felter med tynnere humusdekke enn ca. 5 cm.

Konklusjoner.

1. Når markberedningen utføres med håndkraft, varierer prestasjonene med humusdekkets tykkelse og kvistmengden. Derimot øver steininnholdet ingen merkbar innflytelse på prestasjonen, bl. a. fordi markberedningen er utført etter avflekkingsmetoden, hvor det ikke forekommer noen smuldring eller bearbeiding av mineraljorden.

2. På et felt av 100 meters lengde representerer avflekkingen 83—92 % av virketiden, når humusdekkets tykkelse varierer fra 2—10 cm. Gangtiden mellom flekkene representerer 11—5 % og gangtiden til ny markberedningsstripe 6—3%. (J.fr. tabell 10).

3. Tapstidene utgjør 18,12 % av virketiden under manuell markberedning (Jfr. tabell 11).

4. Gangtiden til ny stripe representerer større del av virketiden jo kortere feltet er, og jo tynnere humusdekket er. Deloperasjonen utgjør 4—11 % av virketiden når humusdekkets tykkelse er 4 cm og feltets lengde varierer fra 100—20 meter. Hvis feltet er horisontalt, kan man oppnå en viss prestasjonsøkning ved å markberede både på fram- og tilbaketur langs stripene, men den er bare av betydning på korte felter med tynt humusdekke. Prestasjonsøkningen er større enn 6 % når feltet er kortere enn 40 meter, og har tynnere humusdekke enn 4 cm.

5. Prestasjonen i antall markberedningsflekker pr. time varierer lite med flekkavstanden, når man utfører arbeidet med håndkraft. Derimot varierer den med humusdekkets tykkelse på følgende måte: (Jfr. tabell 15).

2	cm humustykkelse	:	97	flekker pr. time
4	—	:	74	—
6	—	:	60	—
8	—	:	51	—
10	—	:	44	—

6. Akkordbetalingen bør variere med humusdekkets tykkelse. I motsatt fall vil arbeideren søke å holde samme tempo uansett markdekket og dette går ut over kvaliteten av arbeidet på felter med tykt og seigt humusdekke.

7. Hvis akkordlønnen er 3,00 kroner pr. time, og markberedningen utføres med håndkraft på 100 meter langt felt, med 1,5 meter flekkavstand, koster markberedningen 13,76—30,50 kroner pr. dekar, når humustykkelsen varierer fra 2—10 cm. (Jfr. tabell 25).

8. Hesteharven er ikke tyngre enn at hesten med letthet greier å trekke dem under markberedningen. På felter med 3,6 cm humustykkelse var trekkraften 131 kg og med 6,6 cm humustykkelse 160 kg for Imsetharven. Maximumskraften var 260 kg. Den rykkvise belastningsform er imidlertid skadelig for hesten, særlig unghester. Man må derfor bruke erfarne og rolige hester, og markberedning med hest har vesentlig interesse til arbeider av kort varighet.

9. Den som betjener Hopes eller Imsets hesteharv, avgjør flekkens beliggenhet. Kvaliteten av arbeidet avhenger meget av at han løser ut harven og kobler den inn på riktige steder. Det bør derfor anbefales 2 manns betjening, idet det er anstrengende å betjene både hest og harv for en mann. Dette vil i tilfelle gå utover kvaliteten av arbeidet.

10. Markberedningshastigheten er større med to manns enn med en manns betjening for hesteharvene. På felter av seighetsklasse 2 (lett blåbærmark med middels seigt humusdekke) var markberedningshastigheten for begge harver 1,9 km. pr. time med to manns betjening, og 1,4 km pr. time med en manns betjening. (Jfr. tabell 5).

11. Feltets vanskelighetsklasse, uttrykt ved antall stubber og stein pr. dekar øver ingen merkbar innflytelse på hesteharvenes prestasjoner.

12. Ved økning i kvistmengden er det en tendens til prestasjonssenkning for Imsetharven, og prestasjonsøkning for Hopeharven. Dette skyldes at Imsetharven skjærer lettere igjennom kvistdekket enn Hopes hesteharv, som ofte flyter oppå kvisthaugene.

13. Seigheten i humusdekket har ingen betydning for prestasjonen under markberedning med Imsets hesteharv. Den løser seg automatisk ut når trekkraften oppnår en viss størrelse, så harven gir etter når humusdekket er for seigt. Dette er ikke tilfelle for Hopes hesteharv som mangler automatisk utløsning. I overensstemmelse med dette viste det seg å være en tendens

til prestasjonssenkning ved økende humustykkelse for Hopeharvens vedkommende.

14. Tapstidene representerte 31,8 % av virketiden under markberedning med Hopes hesteharv. Med Imsets hesteharv representerte de 29,4 %.

15. Det er liten forskjell i de totale prestasjoner (regnet på grunnlag av arbeidsplasstiden) for de to hesteharvene. På felter av 100 meters lengde er de 1,6—2,1 dekar pr. time.(Jfr. tabell 16).

16. Feltets bredde har ingen betydning for prestasjonen regnet på grunnlag av arbeidsplasstiden for hesteharvene. Derimot har feltets lengde stor betydning, hvis det er kortere enn ca. 150 meter. Ved økning av feltets lengde fra 30—100 meter, øker prestasjonen med 24—30 % når arbeidslaget består av 2 mann. Har feltet en langstrakt form, og terrengforholdene tillater det, bør derfor markberedningen foregå i feltets lengderetning (jfr. tabell 16). Det samme gjelder i enda sterkere grad for traktorharvenes vedkommende (jfr. tabell 18).

17. Hvis timeprisen er 8,70 kroner for Imsetharven og 8,75 kroner for Hopeharven, koster markberedningen med Imsets hesteharv 4,58—5,09 kroner pr. dekar og med Hopes hesteharv 4,70—5,40 kroner pr. dekar (jfr. tabell 26). Til dette må en legge transportomkostninger til feltet og omkostninger p. g. a. innstillingstiden før markberedningen tar til på feltet. Disse omkostninger vil variere med feltenes størrelse og avstanden mellom dem.

18. Under markberedning med traktor har humusdekkets tykkelse og kvistmengden ingen betydning for prestasjonen. Derimot er prestasjonene sterkt avhengig av feltes vanskelighetsklasse.

Vanskelighetsklasse 1 $<$ 40 store stubber og oppstikkende stein pr. dekar.

Vanskelighetsklasse 2 $=$ 40—120 store stubber og oppstikkende stein pr. dekar.

Vanskelighetsklasse 3 $>$ 120 store stubber og oppstikkende stein pr. dekar.

19. Fordson Major med halvbelter var lite egnet som trekkraft i ujevnt terreng med mye stubber og stein. På pent lende er den godt brukbar som markberedningstraktor. Hjul-

traktor uten drift på forhjulene er vanligvis lite brukbare som trekkraft for markberedning, unntagen i jevnt og pent terreng.

20. Den firehjulsdrevne MAN-traktor og beltetraktoren Oliver Cletrac HG-42 er begge godt egnet som trekkraft for markberedningsharver. Den firehjulsdrevne traktor er mest behagelig å kjøre for traktorføreren, og gir de største prestasjoner på pene felter. På felter med nye stubber, stein og blauthull gir Oliver Cletrac de største prestasjoner. Denne har mer allsidige framkomstmuligheter i vanskelig terreng enn MAN-traktoren.

21. Bristol beltetraktor er lite egnet som markberedningstraktor. Den viste seg å være for svakt konstruert, motorstyrken var for liten, og traktoren hadde lett for å velte eller kjøre seg fast i terrenget.

22. På blåbærmark var trekkraften 800—900 kg for Imsets enkelte traktorharv men 1000—1100 kg for skålharven. Kreftene var mindre på lettere humusdekke.

23. Imsets enkelte traktorharv hadde de samme arbeidsplasstider (virketider og tapstider) uansett feltets vanskelighetsklasse. Skålharven hadde derimot større virketider og tapstider (mindre prestasjoner) jo mer stubber og stein det var på feltet.

24. Når Oliver Cletrac HG-42 trakk harvene, var prestasjonene 3,92—4,49 dekar pr. time med skålharven og 2,71—2,88 dekar pr. time med Imsets enkelte traktorharv når feltet var 100 meter langt. Skålharven hadde altså ca. 56 % større prestasjon enn Imsetharven på felter av vanskelighetsklasse 2 og ca. 45 % på felter av vanskelighetsklasse 3. (jfr. tabell 18). Dette skyldes at skålharven lager to markberedningsstriper pr. tur, mens Imsets enkelte traktorharv gjør en stripe.

25. Hvis man skal markberede på felter av 100 meters lengde med 5 cm humustykkelse og flekkavstanden under manuelt arbeide er 1,5 meter, markbereder to arbeidere ca. 6 ganger så stort areal pr. time med Hopes hesteharv som med håndhakke, ca. 9—10 ganger så stort areal med Oliver Cletrac og Imsets enkelte traktorharv, og ca. 26—30 ganger så stort areal med hver sin Oliver Cletrac og skålharv.

26. Prestasjonene var større med Imsets dobbelte traktorharv enn med de øvrige harver når feltet var helt jevnt og pent. Denne harv er imidlertid for tung og bred, slik at den var lite egnet på felter av vanskelighetsklasse 2 og 3.

27. Når man markbereder med Oliver Cletrac HG-42 og Imsets enkelte traktorharv, er omkostningene 8,08 kroner pr. dekar når feltet er 100 meter langt og av vanskelighetsklasse 3. På felter av vanskelighetsklasse 2 er omkostningene 7,60 kroner pr. dekar. Med skålharven koster markberedningen 5,14 kroner pr. dekar for vanskelighetsklasse 3, og 4,49 kroner pr. dekar for vanskelighetsklasse 2. (jfr. tabell 27). I tillegg til dette kommer transportomkostninger til felter, samt omkostninger på grunn av tid for orientering, planlegging og igangsetting på feltet. Her er regnet med en timepris av kr. 21,90 for traktoren og Imsetharv med mannskap, og 20,15 kroner pr. time for traktoren og skålharv med mannskap. Dette forutsetter at skogeieren eier redskapen. Hvis arbeidet settes bort på akkord til en maskinholder, må man også legge driftsherregevinsten til de nevnte omkostninger.

28. Kvaliteten av arbeide er forskjellig for de forskjellige harver. Hesteharvene gjør en utilfredsstillende markberedning når humusdekket er tykkere enn ca. 5 cm. De er derfor bare brukbare når humustykkelsen er mindre enn dette. På tykkere humusdekker er traktorharvene å foretrekke. Skålharven utfører en tilfredsstillende markberedning når humusdekket er tynnere enn ca. 7 cm, mens Imsets enkelte traktorharv gir et brukbart markberedningsarbeid også på tykkere humusdekker. (jfr. tabell 19—20—21 og 22).

Mechanical and manual Screefing.

Cultivating operations are an importent part of efficient forest management. The execution of such work has alvays been threatened by high costs, and after the last war this type of work has been particularly hard hit by the shortage of manpower.

An effort has been made to remedy these difficulties by mechanization and in recent years this has been successfully accomplished with respect to screefing. Some good cross-country-going tractors have appeared on the market. Moreover, some good harrows have been constructed which have furnished a basis for mechanized screefing.

It is of interest to examine the performance and the costs which have to be taken into account for mechanized screefing, and also to investigate the quality of the work performed. It is furthermore important to consider these items respecting mechanized screefing in relation to similar operations performed manually.

For the purpose of clarifying this problem, an investigation of screefing operations was undertaken by the Norwegian Forest Research Institute in the summers of 1949 and 1950. This investigation comprised screefing with horsedrawn and tractor-drawn harrows besides manual screefing.

The following tractors were used in the investigations: (See Table 1).

Oliver Cletrac HG-42. (Fig. 1.)

Bristol -20 crawler tractor. (Fig. 2).

M. A. N. four-wheel-driven diesel tractor. (Fig. 3).

Fordson Major with half tracks. (Fig 4.)

In addition, the following screefing harrows were used: (See Table 2).

Horse-drawn harrows:

Hope horse-drawn mill harrow. (Fig. 5).

Imset horse-drawn mill harrow.

Tractor-drawn harrows:

Imset junior harrow. (Fig. 6).

Imset tractor-drawn single-mill harrow. (Imset tractor harrow I). (Fig. 7).

Imset tractor-drawn double-mill harrow. (Imset tractor harrow II).

Heede disk harrow. Model: Norwegian Forest Research Institute. (Disk harrow). (Fig 8).

A total of 21.9 hectares of screefed land was included in the investigation. (Se Table 3).

The manual screefing was performed by 8 men who worked with hoes. Altogether, screefing was investigated for 16,464 screefed patches, or a screefed area of 5.16 hectares. This corresponds to 3,190 patches per hectare.

The investigation was carried out as a detailed study of the time required for each moment, which was recorded with an accuracy of 1/100 of a minute. A time-study man was assigned to each of the machines under test and to each participating worker.

Only the production time at the working place was examined which included the time consumed for active field work by machines and men. Hence, the investigation did not take in transportation beween the various plots, nor orientation, planning, and preparation prior to screefing.

For screefing with horse-drawn and tractor-drawn harrows, the times used were classed as follows:

Production time at working place.

Basic time.

Main time.

Screefing time.

Supplementary time.

Idle driving time.

Turning time.

Lost time.
Working lost time.
Machine lost time.
Personal lost time.

For manual screefing, the following classification of time was used:

Production time at working place.
Basic time.
Main time.
Screefing.
Supplementary time.
Clearing.
Walking time between the patches.
Walking time between the rows.
Lost time.
Working lost time.
Personal lost time.

Simultaneously with the time study, an evaluation was made of the working problems which were classed as follows:

Degree of slash coverage:

1. Less than 10 % of the area covered by slash.
2. 10—50 % of the area covered by slash.
3. More than 50 % of the area covered by slash.

Depth of slash:

1. Thin cover. Single layer of slash, the ground being barely visible.
2. Thick layer. Several layers of slash.

Toughness of humus:

1. Rotted fibers in the humus cover.
2. Dry, tough fibers in the humus cover.
3. Fresh, tough fibers in the humus cover.

Thickness of humus layer:

Thickness of humus layer, in cm.

Terrain gradient:

1. Level or nearly level terrain.
2. Sloping terrain.

Content of stones:

By this is meant the content of large stones in the field plus the surrounding area which is made useless for screefing.

1. Content of stones in the field, 0—10 %.
2. Content of stones in the field, 10—50 %.
3. Content of stones in the field, more than 50 %

Roughness of ground:

This classification is based upon the amounts of stumps and protruding large stones which obstruct the work with tractors and harrows. Three classes have been set up:

1. Less than 400 stumps or large stones per hectare.
2. 400—1200 stumps or large stones per hectare.
3. More than 1200 stumps or large stones per hectare.

The material gathered in the time studies was smoothed by using the method of least squares. *For manual screefing*, the following times were found, expressed in tenths of a minute:

Clearing: Depth of slash 0 = 0.077 ± 0.006 1/10 minute.
Depth of slash 1 = 0.136 ± 0.008 1/10 minute.

Screefing: $f = 0.0693\ dm^2 + 0.7987\ .\ h + 1.75$
($R = 0{,}86$, $S = 8{,}64$ %)

Walking time between patches:
$g' = 0.5122\ .\ m \div 0.19$ ($R = 0.97$, $S = 19.30$%)

Walking time between the rows:
$g'' = 0.1222\ .\ L + 7.88$ ($R = 0.37$, $S = 26.47$%)

Symbols: dm^2 = area of the patches, in sq. dm.
m = distance between the patches, in meters
L = length of the regeneration area, in meters
h = thickness of humus layer, in cm.

By means of these functions, a calculation may be made of the production time at the working place, expressed in tenths of a minute per 0.1 hectare (A).

With a distance of 1,5 m between the patches (4444 patches per hectare) the function will be as follows:

$$A = 36.4\ dm^2 + 419.0\ h + 6205.\ 2\ \frac{1}{L} + 1360.6$$

Symbols: dm^2 = area of the patches, in sq. dm.
h = thickness of humus layer, in cm.
L = length of the regeneration area, in meters.

The production time per 0.1 hectare may be converted into performance expressed in tenths of a hectare per hour by means of the following formula:

$$X = \frac{600}{A}$$

The results of these calculations may be read fram Tables 13 and 14.

The smoothed working times for *screefiug with horse-drawn and tractordrawn harrows* are summarized in Tables 5 and 6. Lost time appears from Table 17. By means of these times, the performance may be calculated in tenths of a hectare per hour by using the following formula:

$$X = \frac{6 \cdot L \cdot t}{10\,a \,.\, L \,.\, q + 10\,b \,.\, q}$$

Symbols: a = screefing time per, m, in tenths of a minute.
b = turning time ,in tenths of a minute.
$q = \frac{100 \cdot p}{100}$
p = lost time expressed as percentage of basic time.
t = distance between rows.
L = length of regeneration area.

In tables 7 and 8, the value of the above formula is given for different types of harrows. In Tables 16 and 18, the various performances are calculated on the basis of the formula.

The performance alone does not tell enough concerning the suitability of the harrows for screefing. Even more important is satisfactory quality of the work performed. When the screefing was terminated, the quality of the work was therefore examined by making the following measurements:

1. Total area of patches, sq. dm. per 0.1 hectare.
2. Patches of mineral soil, sq. dm. per 0.1 hectare.
3. Total number of patches per 0.1 hectare.
4. Number of patches of mineral soil per 0.1 hectare.
5. Total area of turf turned over, sq. dm. per 0.1 hectare.
6. Turf of mineral soil, sq. dm. per 0.1 hectare.

The material gathered was smoothed by using the method of least squares (see Table 9), the results of the these calculations appearing from Tables 19—23 and Figs. 33—37.

Conclusions.

1. When the screefing was performed manually, the performance varied with the depth of the humus layer and with the depth of slash. The content of stones, however, did not appreciably affect the performance, for one thing because the screefing was performed by hoeing with no crumbling or preparation of the mineral soil.

2. For a 100-m-long plot the hoeing represented 83-92 % of the production time at the working place when the humus layer was 2—10 cm deep. Time consumed in walking between the patches represented 11—5 %, and walking time to a new screefing row 6—3 %. (Cp. Table 10).

3. With manual screefing, lost time constituted 18.12 % of the production time. (Cp. Table 11).

4. The proportionate part of the production time used for walking to a new row increased as the length of the plot decreased and as the humus layer became thinner. This part of the operation constituted 4—11 % of the production time when the humus layer was 4 cm deep and the length of the plot was 100—20 m. On a level plot, a certain increase in performance may be obtained by screefing both ways along the rows, but this method is only important on short plots with a thin layer of humus. The increase in performance was over 6 % when the plots were less than 40 m long and the humus layer no deeper than 4 cm.

5. The performance measured in number of patches screefed per hour varied but little with the distance between the patches when all operations were performed manually. The performance did, however, vary with the depth of the humus layer in the following manner: (Cp. Table 15).

Depth	of	humus	2	cm:	97	patches	per	hour
»	»	»	4	»	74	»	»	»
»	»	»	6	»	60	»	»	»
»	»	»	8	»	51	»	»	»
»	»	»	10	«	44	»	»	»

6. Contract payments should be set according to the depth

of the humus layer. If not, the worker will attempt to keep up the pace with no regard to the humus cover which will lead to lowered quality of work on plots with a deep and tough layer of humus.

7. If contract wages are 3.00 norwegian kroner per hour and the screefing is performed manually on a 100-m-long plot with an inter-patch distance of 1.5 m, the screefing costs amount to 13,76 — 30.50 norwegian kroner per 0.1 hectare when the depth of the humus is 2—10 cm. (Cp. Table 25.)

8. The horse-drawn harrows are not heavier than that they may be easily drawn by horses during the screefing. For the Imset mill harrow, the traction was 131 kg on plots with 3.6-cm deep humus, whereas it was 160 kg when the humus was 6.6 cm deep. The maximum power was 260 kg. The jerky type of pull is, however, injurious to the horse, especially to young horses. It is therefore recommended to use experienced and docile horses and, on the whole, screefing with horses is only important for works of short duration.

9. The person operating the Hope or the Imset horse-drawn mill harrow decides on the location of the patch. The quality of the work depends largely upon his engaging and disengaging the harrow at the right places. It is therefore recommended that two men work together. It is very hard for one man to manage both horse and harrow; if it is done, the quality of the work will suffer.

10. For the horse-drawn harrows, the screefing is performed more rapidly with two men than with one. On plots with the toughness-of-humus classification 2 (Vaccinium-type soil with a moderately tough layer of humus) the rate of screefing was for both harrows 1.9 kilometers per hour with two men attending, and 1.4 kilometers per hour with one man. (Cp. Table 5).

11. The roughness-of-ground class of the plot, expressed by numbers of stumps and stones per 0.1 hectare, does not affect the performance of the horsedrawn harrows to any appreciable degree.

12. With rising amounts of slash, the performance tended to go down for the Imset mill harrow, whereas it tended to increase for the Hope mill harrow. This was attributed to the fact that the Imset harrow cuts more easily through the layer

of slash than the Hope horse-drawn mill harrow, which often floats over the heaps of branches.

13. For the Imset horse-drawn mill harrow, the toughness of the humus cover had no bearing upon the performance during the screefing. This harrow automatically disengages itself when in the pull reaches a certain magnitude, so that the harrow gives when the humus cover becomes too tough. This is not the case with the Hope horse-drawn mill harrow which lacks the automatic feature. In accordance with this, a tendency towards lowered performance at increasing depth of humus was apparent for the Hope harrow.

14. For screefing with the Hope horse-drawn mill harrow, lost time constituted 31.8 % of the production time, whereas it was 29.4 % for the Imset horse-drawn mill harrow.

15. There was little difference between the total performances (calculated on the basis of production time at workingplace) of the two horse-drawn harrows. On 100-m-long plots, the performances were 0.16—0.21 hectare per hour. (Cp. Table 16).

16. For the horse-drawn harrows, the width of the plot did not affect the performances calculated on the basis of the production time at workingplace. However, the length of the plot played an important part if shorter than about 150 m. When the length of the plot increased from 30 to 100 m, the performance increased 24—30 % when the work crew was two men. If the plot has an oblong shape and no hindrances are offered by topographical conditions, the screefing should, therefore, be done in the longitudinal direction of the plot (cp. Table 16). To an even higher degree this is true of the tractor-drawn harrows (cp. Table 18).

17. If the cost per hour is kr. 8.70 for the Imset mill harrow and kr. 8.75 for the Hope mill harrow, screefing with the Imset horse-drawn mill harrow amounts to 4.58—5.09 norwegian kroner per 0.1 hectare, and 4.70—5.40 norwegian kroner per 0.1 hectare with the Hope horse-drawn mill harrow (cp. Table 26). An addition must be made for cost of transportation to the plot and costs due to preparatory work (orientation, planning, etc.) prior to the screefing. Such cost will vary with the size of the plots and with the distance between them.

18. When tractor was used in the screefing operations,

the depth of the humus layer and the amount of slash had no bearing on the performance, but the performance was strongly influenced by the degree of roughness of ground.

19. Fordson Major with half tracks was not very suitable for traction on uneven terrain with many stumps and stones. On easy ground it may well be used for screefing. Generally, wheel tractors without front-wheel drive are not very suitable for screefing except on even and easy terrain.

20. The M. A. N. tractor with four-wheel drive and the crawler tractor Oliver Cletrac HG-42 are both very suitable for drawing screefing harrows. The tractor with four-wheel drive is more pleasant to operate and gives the highest performance on easy land. On plots with many stumps, stones, and wet holes, Oliver Cletrac performs better. It has more varied possibilities for getting ahead under difficult conditions than the M.A.N. tractor.

21. The Bristol-20 crawler tractor is not very suitable as a screefing tractor. The construction proved too light, the engine was too low-powered, and the tractor turned over easily or became stuck in the terrain.

22. On Vaccinium-type soil the tractive power was 800-900 kg for the Imset tractor harrow I, while it was 1,000—1,100 kg for the disk harrow. Less power was required when the humus layer was thinner.

23. For the Imset tractor harrow I, the production time at the working place (basic time and lost time) was the same regardlesss of the degree of roughness of the plot. For the disk harrow, on the other hand, the production time and lost time increased (i. e. the performance was lowered) with growing amounts of stumps and stones on the plot.

24. When Oliver Cletrac HG-42 was used to draw the harrows, the performances were 0.392—0.449 hectare per hour for the disk harrow, and 0.271—0.288 hectare per hour for the Imset tractor harrow I when the plot was 100 m long. Thus the performances of the disk harrow was about 56 % above that of the Imset harrow on plots of the roughness classification 2, and about 45 % above on plots of roughness classification 3. (Cp. Table 18). This is because the disk harrow makes two screefing rows on each turn, while the Imset tractor harrow I only makes one.

25. If screefing is to be done with a 2-man crew on 100-m-long plots with a 5-cm-deep humus layer and an inter-patch distance of 1.5 m, the area-per-hour increase over manual screefing will be as follows: with the Hope horse-drawn mill harrow— about 6 times; with Oliver Cletrac and the Imset tractor harrow I — about 9—10 times; with one Oliver Cletrac and disk harrow for each man — about 26—30 times.

26. When the land was completely level and easy, the performance was better for the Imset tractor harrow II than for the other harrows, but this harrow is too heavy and broad. Hence, it is not very serviceable on plots of the roughness classifications 2 and 3.

27. When screefing with Oliver Cletrac HG-42 and the Imset tractor harrow I, the costs were 8.08 norwegian kroner per 0.1 hectare for a 100-m-long plot of roughness classification 3. On plots of roughness classification 2, the costs were 7.60 norwegian kroner per 0.1 hectare. With the disk harrow, the cost of screefing was 5.14 norwegian kroner per 0.1 hectare for roughness classification 3, and 4.49 norwegian kroner per 0.1 hectare for roughness classification 2. (Cp. Table 27). An addition must be made for transportation to the plots, and also for costs due to time comsumed in orientation, planning, and preparation on the plot. A price of 21.90 norwegian kroner per hour is taken into account for tractor and Imset harrow with crew, whereas the price for tractor and disk harrow with crew was 20.15 norwegian kroner per hour. It is then assumed that the owner of the forest also owns the machinery. If the work is let out to a contractor, an employer's salary should be added to the above costs.

28. The quality of the work performed was different for the various harrows. The horse-drawn harrows were not satisfactory when the humus layer exceeded about 5 cm. Hence they should only be used when the depth of humus is under about 5 cm. When the layer of humus is any deeper, the tractor harrows should be preferred. The disk harrow performed satisfactory screefing when the humus layer was under about 7 cm, whereas the Imset tractor harrow I did acceptable screefing work even when the layer of humus was deeper. (Cp. Tables 19—20—21, and 22).

Litteratur.

Flodman, Bo, 1942: Ruthackning och sådd med såddkanna. Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift s. 376.

Flodman, Bo och Staaf, Gustaf, 1943: Studie av sådd och planteringsmetoder. Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift s. 227.

Callin, Georg 1947: Om markberedning med traktor. Norrlands Skogsvårdförbunds tidskrift s. 175.

Callin, Georg, 1949—50: Redogörelse för några markberedningsförsök med häst- och maskindragna redskap. Medd. Från Statens Skogsforskningsinstitut H. 38.

Holten, Just, 1951: Kulturmåder i Danmarks gamle skovegne. Medd. fra Det forstlige forsögsvæsen i Danmark. H. 2.

Mork, Elias, 1949: Forsøk med markberedning og såing i Ljørdalen statsskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen Nr. 36.

Samset, Ivar, 1950: Hogstundersøkelser i norsk granskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 37.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

TORGEIR FRYJORDET

Volum- og priskurver for enaldrede norske granbestand

Volume and Price- Age Curves for evenaged Stands of Norway Spruce

Innhold.

Side

Innledning 315
Fordeling av treantallet på diameterklasser 316
Diameterklassenes midlere trehøgde 334
Fordeling på diameterklasser av volum uten bark 338
Beregning av veid middelpris 343
Sammendrag 349
Summary 351
Litteratur 353

Forord.

Til dette arbeidet har jeg mottatt bidrag av Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening til dekning av beregningsutgifter.

Professor EIDE, skogdirektør LANGSÆTER og forsøksleder BRAATHE har gjort meg den tjeneste å lese deler av manuskriptet.

Sammendraget i engelsk er gjennomsett og rettet av fru KATRINE CHRISTIE.

Jeg skylder å takke alle for hjelp og råd.

Vollebekk i september 1951.

TORGEIR FRYJORDET,
Stipendiat ved Norges Landbrukshøgskole

Innledning.

I Norge blir gagnvirke av gran for det meste omsatt som toppmålt eller midtmålt tømmer.

Toppmålt tømmer betales vanlig pr. stokk etter en pristabell. Midtmålt tømmer betales etter volum.

Ved hjelp av pristabellen for toppmålt tømmer og prisen pr. volumenhet for midtmålt tømmer kan en beregne et tres *bruttoverdi* når en har de nødvendige opplysninger om treets diameter, høgde og form (avsmalning).

Når en fra bruttoverdien trekker alle kostnader som er forbundet med å få treet omformet til tømmer og framdrevet til leveringssted, får en *nettoverdien på rot.*

Vanlig oppgis såvel brutto- som nettoverdi i pris pr. volumenhet (kubikkmeter).

For mange formål er det nyttig å vite hvordan brutto og netto pris pr. volumenhet stort sett varierer med dimensjonene. Dette kan en få greie på når en med hjelp av en passende avsmalningstabell foretar en serie teoretiske apteringer for aktuelle kombinasjoner av diameter og trehøgde. For gran i Glommavassdraget er en slik undersøkelse gjort av LANGSÆTER (1939) på grunnlag av prissystemet av 1937.

LANGSÆTER har som resultat av apteringene, kunnet stille opp diagrammer og tabeller som gir redusert bruttopris (= brutto $\div$ de kostnader som bør utlignes pr. stokk) pr. m^3 for forskjellige sammenhørende verdier av brysthøgdediameter og trehøgde.

En nærmere omtale av teoretiske apteringer og resultatene av slike faller utenfor rammen av dette arbeidet. Det er her

tilstrekkelig å kunne fastslå at prisen pr. volumenhet for det enkelte tre avhenger sterkt av treets dimensjon uttrykt ved diameter og høgde, slik at en i alminnelighet kan uttrykke prisen som en funksjon av disse størrelser.

Ved skogøkonomiske beregninger har en ofte bruk for å beregne brutto- og nettoverdi av *et parti trær* — et stående bestand eller en gruppe trær uttatt ved tynningshogst eller hovedhogst

Den samlede verdi av et parti trær kan bestemmes detaljert ved særskilt verdiberegning av hvert enkelt tre eller hver enkelt diameterklasse og summering av resultatene. En slik framgangsmåte er ofte for omstendelig og tidkrevende for praktisk bruk, og en har ikke alltid tilstrekkelig detaljerte opplysninger om dimensjonsfordelingen heller. Det er derfor både ønskelig og nødvendig å kunne utføre verdiberegningen mer summarisk og likevel tilstrekkelig nøyaktig — helst ut fra opplysninger bare om samlet volum og partiets middeldimensjon.

Det ligger nær å tro at en her kunne nytte middeldimensjonens pris og finne samlet verdi ved å multiplisere denne med samlet volum. Denne framgangsmåte kan en likevel ikke nytte uten videre da middeldimensjonens pris godt kan være temmelig forskjellig fra *partiets* middelpris.

Et *partis* middelpris må være en *veid* middelpris. En vil komme fram til den når en går ut fra prisen pr. volumenhet i de forskjellige diameterklasser og beregner middelprisen med volumet i klassene som vekt.

I dette arbeidet er første oppgave å finne ut hvordan volumet er fordelt på diameterklasser i normale enaldrede granbestand, så en kan få erfaringstall til bruk ved beregning av veid middelpris for varierende middeldiameter.

Fordeling av treantallet på diameterklasser.

Skogforsøksstasjonene i inn- og utland har etter hvert samlet materiale fra et stort antall produksjonsfelter i granbestand og bestand av andre treslag. Ved anlegg og revisjon av slike felter blir bl. a. trærnes diameter i brysthøgde observert med stor nøyaktighet. Resultatet av observasjonene blir

for hvert felt stilt sammen i tabell, som gir opplysning om hvordan trærne fordeler seg på diameterklasser.

I statistikken kalles slike fordelingstabeller for *frekvensrekker*.

Skal en kunne jevnføre frekvensrekker for treantallet fra forskjellige felter, må rekkene enten være omregnet til å gjelde for samme areal, vanlig 1 hektar, eller uttrykt i prosent av samlet treantall.

Da slike frekvensrekker krever ganske mye plass, blir de ofte utelatt ved publisering av forsøksresultatene, eller de kan bli offentliggjort etter å være sammendradd i store diameterklasser, f. eks. med 5 cm intervall.

Resultater fra en interessant studie over treantallsfordeling ble lagt fram i Ungarn for snart 50 år siden av FEKETE (1902). Ifølge SCHIFFEL (1903) undersøkte FEKETE i et materiale fra et stort antall (enaldrede) granbestand hvordan sambandet var mellom diameter og varierende prosentdel av treantallet, regnet nedenfra. FEKETE bestemte diameteren ved 10, 20, 30, 40 % osv. av treantallet, og resultatet er lagt fram i en tabell som gir diameter i brysthøgde og har prosent av treantallet og middelstammens diameter som inngang.

SCHIFFEL (l. c.) tok for seg FEKETES tabell og regnet om diametrene til relative tall uttrykk i middelstammens diameter som enhet. Det viste seg da at tallene for de forskjellige middeldiametrer ble praktisk talt like for samme treantallsprosent. SCHIFFEL kunne derfor regne med middeltall for relativ diameter. En grafisk framstilling av disse tall er kjent som SCHIFFELS diameterkurve. Den er gjengitt øverst i figur 1.

HAGELBERG (1918) omformet en del av SCHIFFELS kurver, deriblant også diameterkurven. Denne snudde han om, slik at han fikk treantallsprosenten som funksjon av relativ diameter. HAGELBERGS kurve er også gjengitt i figur 1.

I figur 1 er nederst gjengitt fordelingskurver etter FEKETES tabell for middeldiametrene (middelstammens diameter) 10, 20, 30, 40 og 50 cm.

Slike fordelings- eller summasjonskurver er integralkurver — de gir verdien for $x=x_i$ av $\int_{-\infty}^{x_i} f(x) \cdot dx$ der $f(x)$ er frekvenskurven.

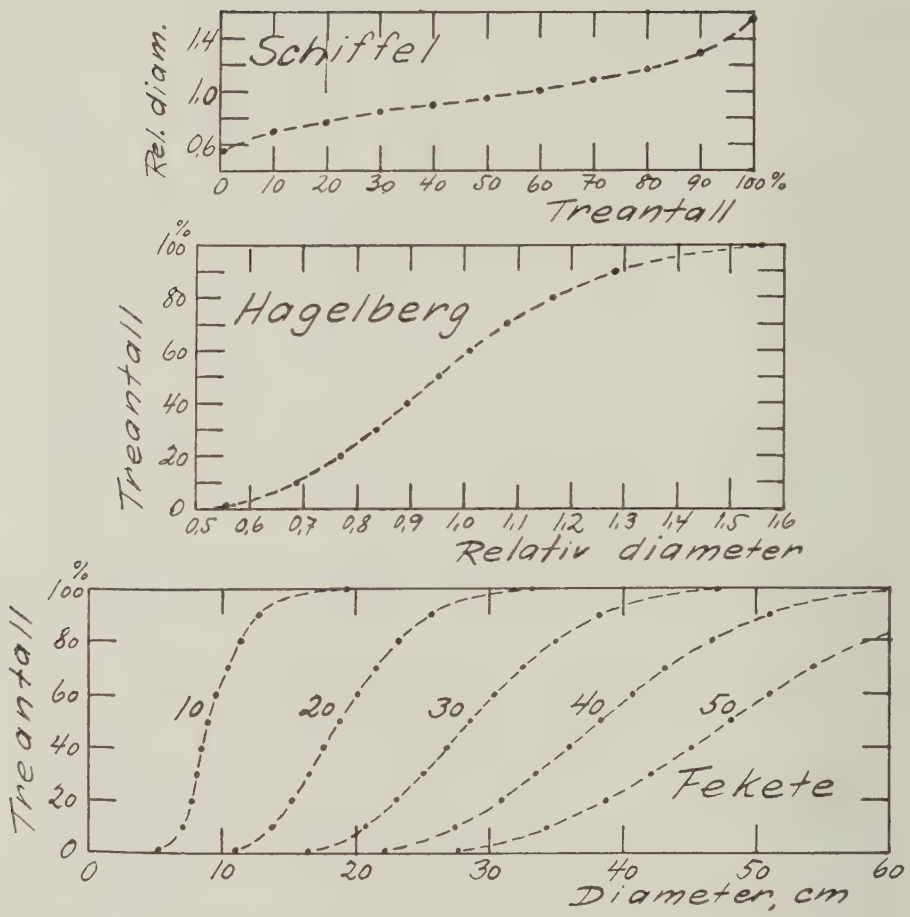


Fig. 1. Fordelingskurver for treantallet. Gran.

Fordelingskurvene i figur 1 minner sterkt om bildet av den normale *fordelings*funksjon, som er integralet av den normale *frekvens*funksjon, sannsynlighetsfunksjonen.

Det har lenge vært kjent at frekvens- og fordelingsrekker for treantallet kan vise påfallende likhet med normalfordelingen, noe en naturlig kunne vente. Men det ble også tidlig klart at frekvensrekkene ofte avviker fra normalfordelingen på en bestemt måte, nemlig ved negativ asymmetri (skjevhet). Dette ble iakttatt f. eks. av GRAM (1883, s. 153) for danske bøkebestand.

I Finnland har CAJANUS (1914) gjennomført en omfattende studie av treantallsfordeling i et materiale fra Det sveitsiske skogforsøksvesens svakttynnede felter i granskog.

CAJANUS nyttet statistiske analysemetoder, og fulgte her statistikeren C. V. L. CHARLIER, som han ble sterkt inspirert av etter å ha besøkt ham i Sverige.

CAJANUS beregnet for hvert felt og hver revisjon aritmetisk middeldiameter (m), middelavvik (σ), asymmetrikoeffisient (β_3) og eksesskoeffisient (β_4), og studerte sambandet mellom disse størrelsene og bestandets alder og bonitet.

Det viste seg at såvel middeldiameter som middelavvik kunne utjevnes, særskilt for hver bonitet, som lineære funksjoner av alderen.

Asymmetrien ble uttrykt ved koeffisienten $\beta_3 = \frac{\div v_3}{6\,\sigma^3}$ der v_3 er tredje relative moment omkring det aritmetiske middel.

Asymmetrikoeffisienten ble negativ i de aller fleste tilfelle og varierte mellom $+0{,}013$ og $\div 0{,}186$. CAJANUS kunne ikke konstatere noen merkbar avhengighet av bestandsalderen. Boniteten syntes derimot å ha innflytelse slik at koeffisientens tallverdi ble større med avtakende bonitet. Middeltallet for hans bonitet I ble $\beta_3 = \div 0{,}073$, mens det for bonitet IV ble $\beta_3 = \div 0{,}090$.

Eksessen, opphopningen omkring det aritmetiske middel, ble uttrykt ved koeffisienten $\beta_4 = \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{v_4}{\sigma^4} - 3\right)$ der v_4 er fjerde relative moment omkring det aritmetiske middel. Eksesskoeffisienten varierte mellom $\div 0{,}0031$ og $+ 0{,}0095$. Det syntes ikke å være noe samband med alderen, mens bonitet og treantall syntes å ha innflytelse slik at koeffisienten ble større med svakere bonitet og større treantall.

Det er av betydelig interesse, bl. a. for utjevningsformål, å kunne tilpasse matematiske frekvensfunksjoner på aktuelle frekvensrekker — også for tilfelle da rekkene avviker fra normalfordelingen. Et system av funksjoner til slik bruk er utarbeidd av KARL PEARSON. De er kjent som Pearson Distributions (KENDALL 1947, s. 137).

Et annet system, som kanskje er mer praktisk ved studium

av treantallsfordeling, er kjent som Gram-Charliers serie av type A, eller Charliers frekvensfunksjon (CHARLIER 1906 og 1931, KENDALL 1947).

Charliers frekvensfunksjon er når bare tre ledd tas med, definert ved

$$Y = \varphi_o(X) + \beta_3 \cdot \varphi_o^{III}(X) + \beta_4 \cdot \varphi_o^{(IV)}(X)$$

$\varphi_o(X)$ er den normale frekvensfunksjon, $\varphi_o^{III}(X)$ er denne funksjons tredje deriverte og $\varphi_o^{(IV)}(X)$ er den fjerde deriverte. β_3 og β_4 er de før nevnte asymmetri- og eksesskoeffisienter.

Den normale frekvensfunksjon kan skrives på følgende form: $y = y(x) = \dfrac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\div \frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$

Her er x = den uavhengig variable
y = frekvensen for en valt x-verdi
m = det aritmetiske middel
σ = middelavviket
N = totalfrekvensen.

Når en nytter inndeling i klasser, har en bruk for *klassefrekvensen*, som for en valt klasse er lik:

$\int_{x=a}^{b} y(x)\,dx$ der a og b er henholdsvis nedre og øvre klassegrense. Som erstatning for dette integral kan en når klassevidden er liten, med ganske god tilnærmelse bruke verdien $y_k = yw$ der y = frekvensen for klassemidten og w er klassevidden. Kjennes klassefrekvensen, kan frekvensen for klassemidten tilnærmet finnes som $y = \dfrac{y_k}{w}$

For å kunne bruke tabeller over normalfordelingen, er det hensiktsmessig å foreta omregning til normalkoordinater, definert ved $X = \dfrac{x-m}{\sigma}$ og $Y = \dfrac{y_k}{w} \cdot \dfrac{\sigma}{N}$. Innføres disse, får en etter omforming $Y = \dfrac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\div \frac{x^2}{2}}$ som er $\varphi_o(x)$ i Charliers frekvensfunksjon.

Hos CHARLIER (1931) er tatt inn tabeller for $\varphi_o(X)$, $\varphi_o^{III}(X)$ og $\varphi_o^{(IV)}(X)$. Med hjelp av disse tabellene er det praktisk mulig å kunne tilpasse en frekvensfunksjon på en aktuell frekvensrekke i løpet av rimelig tid. Det som tar mest tid, er beregningen av de fire momenter omkring det aritmetiske middel som en har bruk for til beregning av m, σ, β_3 og β_4. Framgangsmåten ved disse beregninger, med bruk av provisorisk middel og nødvendig omregning, er antydet i et skjema hos CHARLIER (l. c.), der en også finner anvisning på nødvendig regnekontroll. Når momentene beregnes ut fra grupperte verdier (klassefrekvenser), bør de korrigeres. Opplysninger om korreksjoner kan en finne f. eks. hos KENDALL (1947, s. 71).

I sitt arbeide av 1914 har CAJANUS foretatt tilpasninger av Charliers frekvensfunksjon på flere frekvensrekker fra de sveitsiske granfeltene. Resultatet av tilpasningene er vist i en rekke diagrammer, som klart viser at frekvensfunksjonen kan gi en god og heldig utjevning av ujevnheter i frekvensrekkene.

LÖNNROTH (1925) har undersøkt treantallsfordelingen i naturnormale furubestand fra den sørlige halvdel av Finnland. Hans materiale omfatter bestand på blåbærtype (MT), tyttebærtype (VT) og røslyngtype (CT). Trærne ble foruten etter diameter, sortert biologisk i etasjer og treklasser.

LØNNROTH udersøkte for hver bonitet (skogtype) sambandet mellom aritmetisk middeldiameter og alder. Hans utjevningskurver er til å begynne med stigende, omtrent rette linjer, som fra alder 90—100 år går over til å bli krumme med den konkave side mot abscisseaksen. For middelavviket ble funnet stigende verdi med stigende alder og bonitet. Asymmetri og eksess ble uttrykt ved $S = 3\ \beta_3$ og $E = 3 \cdot \beta_4$ Asymmetrien ble funnet å være negativ med størst negativ S-verdi for svakeste bonitet og med tendens til avtakende tallverdi med stigende alder. Utjevningskurvene har kulminasjonspunkt for alder 30—40 år og synker deretter, men etter hvert mer langsomt med stigende alder. For avtakende alder nedover fra kulminasjonspunkter synker kurvene raskt.

E-verdien ble for det meste liten og oftest negativ.

Noen av frekvensrekkene i LÖNNROTHS materiale synes, som LÖNNROTH har pekt på, å ha tendens til å ha to hovedtopper,

tilsvarende toppene i de særskilte frekvensrekkene for henholdsvis delbestand I, det herskende bestand (etasje 1 og 2), og delbestand II, det beherskede bestand (etasje 3 og 4). En slik tendens gjengis av Charliers frekvensfunksjon (se eksempler hos LÖNNROTH). Betingelsen er at β_4 er negativ med forholdsvis stor tallverdi (— 0,1 à — 0,2), og utslaget blir større med økende tallverdi for koeffisienten. Hos NÄSLUND (1936) er dette illustrert ved instruktive diagram.

Treantallsfordelingen på svenske forsøksfelter er behandlet av NÄSLUND (1929 og 1936).

I arbeidet av 1929 la NÄSLUND opp grafiske fordelingskurver for treantallet over relativt diameter (tilsvarende HAGELBERGS kurve i figur 1). Materialet omfattet 36 forsøksfelter i gran- og furuskog.

NÄSLUND kunne her ikke påvise noen bestemt alderstendens. Boniteten hadde derimot tydelig innflytelse, slik at bedre bonitet ga tendens til brattere kurve. Skogbehandlingen syntes å ha sterk innflytelse. Tynning nedenfra ga steilere kurve enn kronetynning.

I arbeidet av 1936 har NÄSLUND behandlet et stort materiale fra svenske produksjonsfelter i furuskog. Her har NÄSLUND til karakterisering av treantallsfordelingen beregnet aritmetisk middeldiameter, middelavvik, asymmetrikoeffisient (β_3) og eksesskoeffisient (β_4) såvel før som etter tynning. NÄSLUND tillegger disse karakterene betydelig verdi ved påvisning av feltenes tilstand ved revisjonene og til belysning av tynningsinngrepets art.

Asymmetrikoeffisientene hos NÄSLUND ble som tilfelle også var hos CAJANUS og LÖNNROTH, negative i de aller fleste tilfelle, med variasjon mellom + 0,110 og — 0,249. Koeffisienter med større tallverdi enn 0,15 forekom sjelden.

For det enkelte felt viser tabellene hos NÄSLUND at tallverdien av asymmetrikoeffisienten som regel blir mindre etter tynning når verdien før tynning er forholdsvis stor. Gjentatte tynninger synes å virke på samme måte. Det var betydelig variasjon fra felt til felt. Når det gjelder variasjon i asymmetri med alder og bonitet, kan en få visse holdepunkter ved gruppering av materialet og middeltallsberegning. Jeg har forsøkt å gjøre det, og mitt inntrykk er at også dette materiale stort

sett viser tendens til økende tallverdi for assymmetrikoeffisienten med avtakende bonitet.

Virkningen av aldersfaktoren er mer uklar, da andre faktorer nok forstyrrer bildet. Jeg tror likevel at en kan spore en tendens til avtakende asymmetri med stigende alder, slik at gamle bestand som er tynnet flere ganger, som regel har liten asymmetrikoeffisient.

Eksesskoeffisienten varierte mellom — 0,048 og + 0,123, og tallverdien av denne var for det meste liten.

NÄSLUND har i sitt arbeide gitt instruktive eksempler på tilpasning på frekvensrekker av Charliers frekvensfunksjon.

De undersøkelsene som er nevnt foran har gitt verdifulle opplysninger om hvordan treantallet er fordelt over diameterskalaen i gran- og furuskog. En kan slå fast at fordelingen i hovedtrekkene svarer til normalfordelingen, men vanlig noe modifisert ved negativ asymmetri. Bonitet og alder øver en viss innflytelse på fordelingen. Behandlingsmåten spiller også rolle. I naturnormale finske furubestand er i noen tilfelle påvist en tendens til negativ opphopning omkring middeldiameteren, dvs. dobbelttopp i frekvensrekkene. En slik fordeling synes bare rent unntaksvis å kunne påvises i materiale fra svenske felter i furuskog, som for det meste er behandlet med tynning nedenfra. En må anta at en slik behandlingsmåte fører til mer normal fordeling av treantallet, mens kronetynning antakelig kan trekke i motsatt retning.

I figur 2 er betydningen av tendensen til asymmetri og variasjonen i denne med bonitet og alder, søkt illustrert.

Det er tegnet to kurvesett,det ene for m=15 cm og det andre for m=25 cm med middelavvik lik 25 % av m. Hvert kurvesett består av normalkurve, dvs. $\beta_3 = 0$ (β_4 er i alle tilfelle satt lik 0), kurve for en middels bonitet (hel strek) og kurve for en svak bonitet (antydet med punkter).

For »middels bonitet« er for m=15, som kan svare til en alder ca. 60 år, valt $\beta_3 = -0{,}05$ og for m=25 (alder ca. 90 år) $\beta_3 = -0{,}025$.

For »svak bonitet« er for m=15 (alder ca. 80 år) valt $\beta_3 = -0{,}08$ og for m=25 (alder ca. 120 år) $\beta_3 = -0{,}04$.

De verdier som er valt for asymmetrikoeffisienten er ment

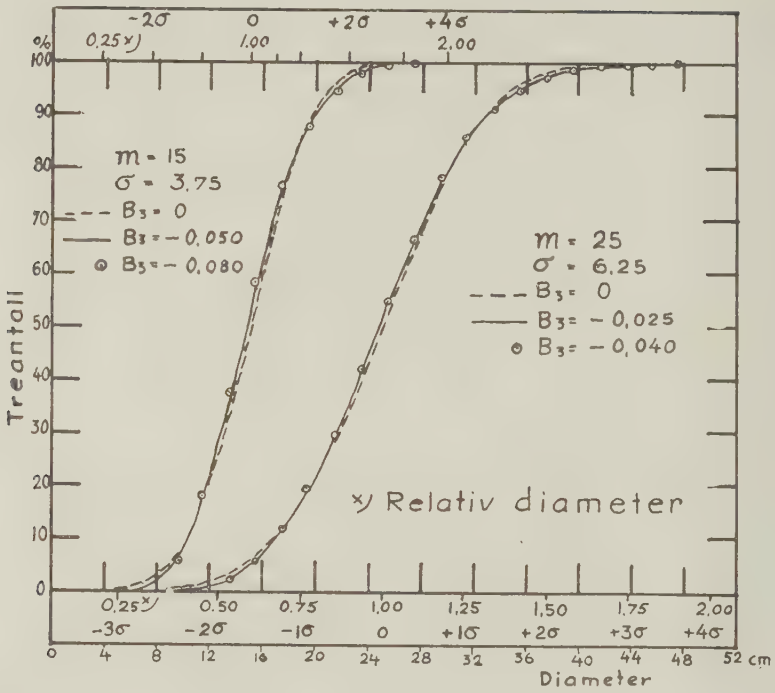


Fig. 2. Eksempel på fordelingskurver for treantallet.

å skulle antyde størrelsesordenen av antatte »normal« -verdier etter alder og bonitet.

Figuren viser at kurvene med negativ asymmetri *avviker forholdsvis lite fra normalfordelingen.*

Langt større rolle for fordelingen spiller størrelsen av middelavviket.

CAJANUS (l. c.) og LÖNNROTH (l. c.) har vist at middelavviket for en bestemt bonitet, tiltar med økende alder. Det samme gjelder middeldiameteren. Da begge størrelser kan uttrykkes som funksjoner av alderen, kan en etter å ha tegnet opp kurvene, lese av de verdier som hører sammen. Hvis en så setter middelavviket i forhold til middeldiameteren, vil en se at hos CAJANUS øker middelavviket for bonitet I—IV rettlinjet med middeldiameteren fra ca. 3 cm for middeldiameter 10 cm til ca. 6 cm for middeldiameter 25 cm. Middelavviket i *prosent av middeldiameteren* synker derfor langs en hyperbelkurve

gjennom verdiene henholdsvis ca. 30 og ca. 24 % for middeldiametrene 10 og 25 cm.

Hos LÖNNROTH tiltar middelavviket noe krumlinjet fra ca. 3,8 cm for middeldiameter 10 cm til ca. 5,8 cm for middeldiameter 25 cm. Tilsvarende prosenttall er ca. 38 og ca. 23 %.

Når middelavviket settes i forhold til middeldiameteren, viser det seg at utslagene for varierende bonitet blir svært beskjedne.

Hos NÄSLUND (1936) finner en oppgave over såvel middeldiameter som middelavvik før og etter tynning ved de forskjellige revisjoner. Stigningen i middelavvik med økende middeldiameter synes her å være svakere enn hos CAJANUS og LÖNNROTH. En må kunne tolke dette som en virkning av sterkere tynningsinngrep, som temmelig sikkert har redusert spredningen.

Treantallsfordelingen på norske produksjonsfelter i enaldret granskog er undersøkt av EIDE og LANGSÆTER (1941), se »Produksjonsundersøkelser i granskog« Medd. fra det Det norske Skogforsøksvesen nr. 26.

EIDE og LANGSÆTER har stilt grunnmaterialet sammen i to tabeller for henholdsvis stående (gjensatte) og felte (uttatte) trær. Tabellene gir gjennomsnittlig treantallsfordeling i prosent på 2 cm's diameterklasser for middeldiameterklassene 4—5 cm, 6—7 cm osv. opp til 30—31 cm. Materialet er ikke sortert etter bonitet eller behandlingsmåte da forfatterne har funnet det for lite til oppdeling.

EIDE og LANGSÆTER har foretatt en forsiktig grafisk utjevning av materialet på grunnlag av middelverdiene. De utjevnede verdiene er meddelt i to diagrammer, som gir treantall i prosent på 2 cm's diameterklasser for varierende middeldiameter med bark.

I figurene 3, 4, 5 og 6 er middeltallene og de utjevnede verdiene gjengitt i form av fordelingskurver for stående og felte trær.

For middeldiameter 20 cm og oppover faller de utjevnede kurvene for stående og felte trær sammen. I figuren for felte trær er derfor bare tegnet kurver for middeldiametrer opp til 18 cm.

Fordelingen for felte trær etter figur 6 er *litt* forskjellig

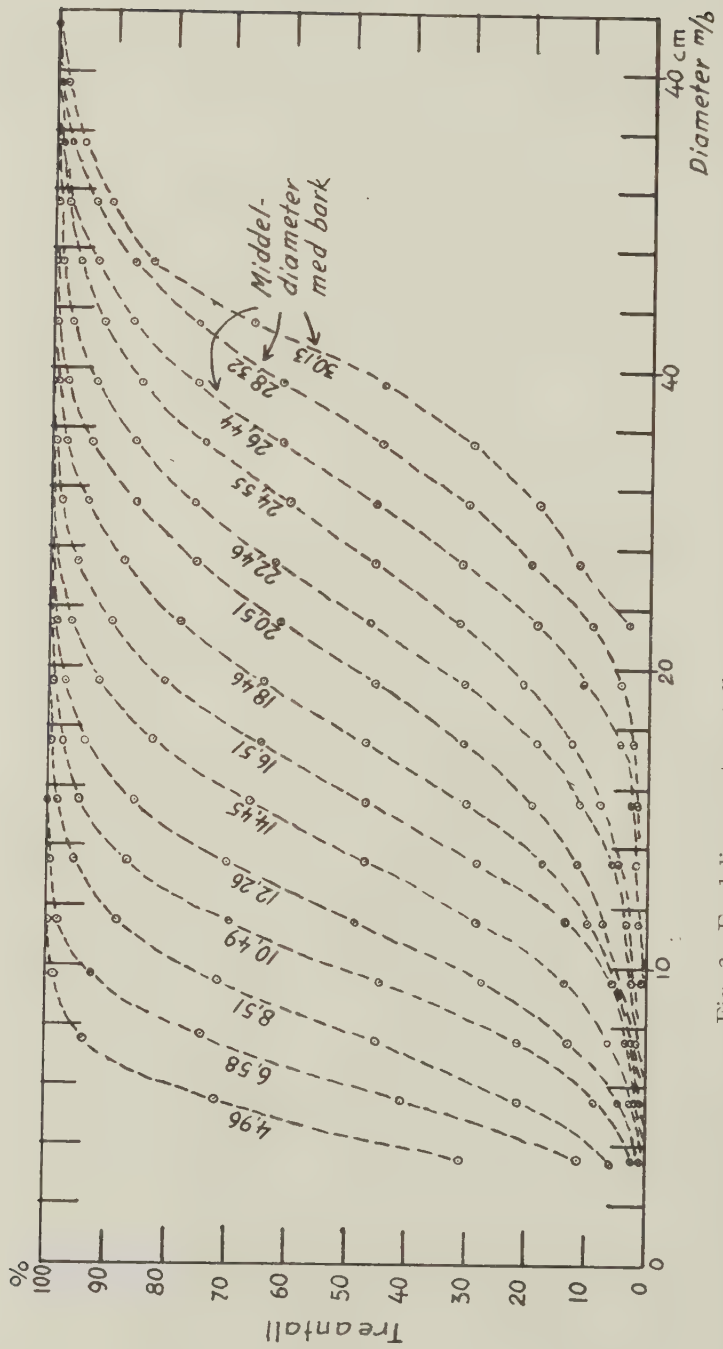


Fig. 3. Fordeling av treantallet, gran, stående trær.
Eide og Langsæters middeltall.

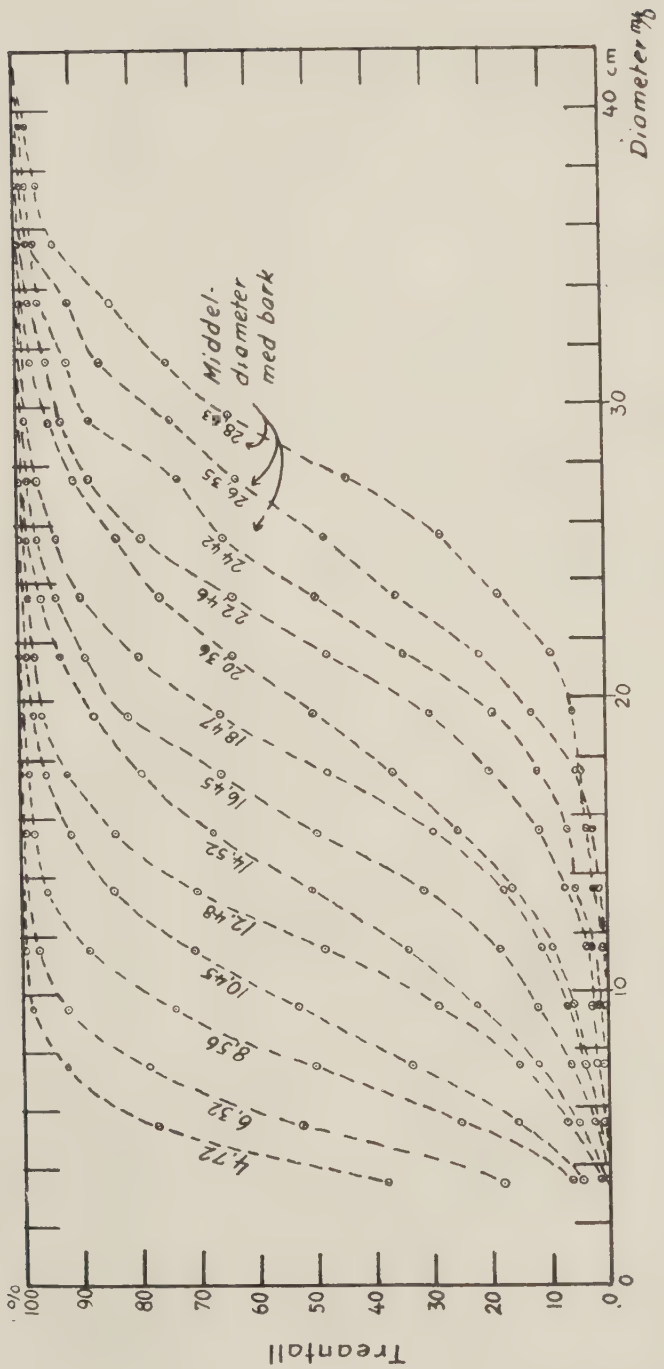


Fig. 4. Fordeling av treantallet, gran, felte trær.
EIDE og LANGSÆTERS middeltall.

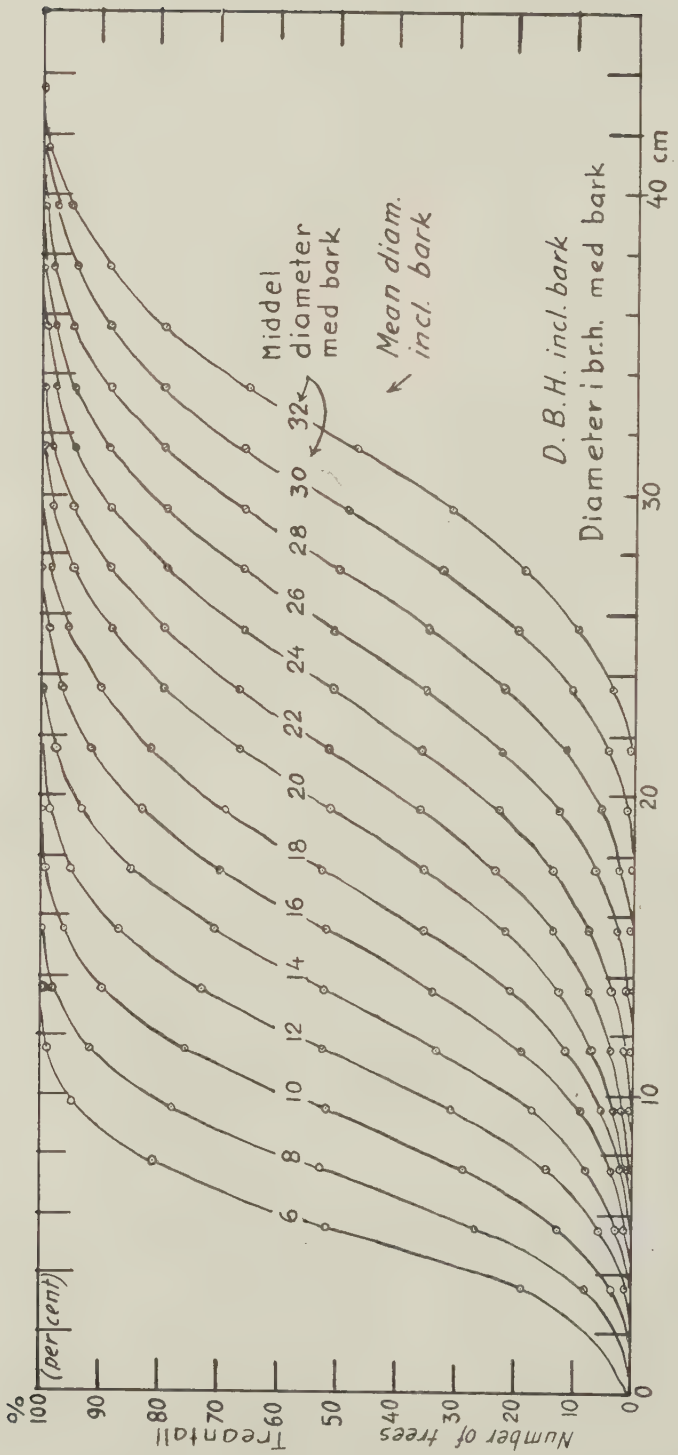


Fig. 5. Fordelingskurver for treantallet etter Eide og Langsæter. Gran, stående trær.
Distribution of number of trees. Main crop.

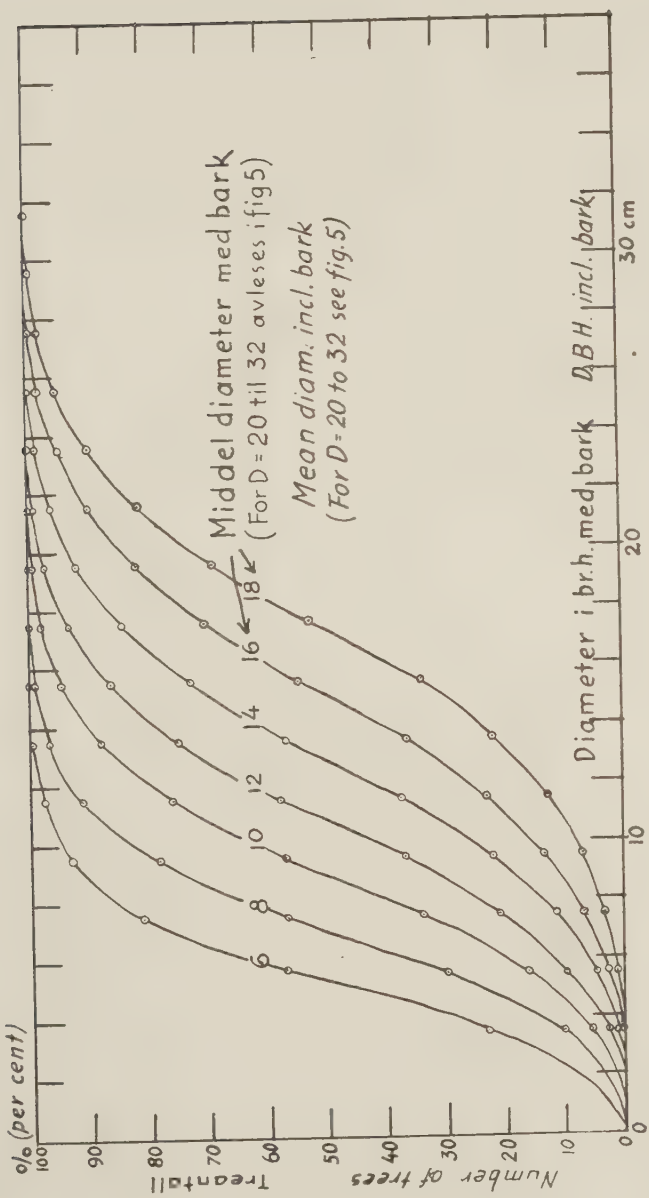


Fig. 6. Fordelingskurver for treantallet etter Eide og Langsæter. Gran, felte trær.
Distribution of number of trees. Thinnings.

fra den en kan avlese i EIDE og LANGSÆTERS diagram. For å få kurvene til å løpe mer regelmessig i forhold til hverandre har jeg nemlig funnet det nødvendig å foreta en forsiktig justering.

EIDE og LANGSÆTERS middeltall bygger på materiale fra 256 revisjoner for stående trær og 231 revisjoner for felte trær fra forsøksfelter i enaldret granskog opp til ca. 500—600 meter over havet spredt over Østlandet, Trøndelag og den sørlige halvdel av Nordland.

Feltene er behandlet med en fri tynning som har gått ut på å sette igjen de beste trærne så regelmessig fordelt over flaten som mulig. Tynningsmåten er nærmere omtalt hos EIDE og LANGSÆTER 1941, s. 372—373.

Feltene fordeler seg over 6 boniteter, A til F. I middeltallene inngår bonitetene med noe varierende tyngde, stort sett slik at middeltallskurvene for de minste og største middeldiametrer er dominert av de beste boniteter, mens kurvene i midtpartiet er mer preget av middels og svake boniteter.

I figur 3 skiller f. eks. kurvene for middeldiametrene 18,46 og 20,51 cm seg tydelig ut ved større spredning enn nabokurvene. Disse to kurvene bygger hver på 30 revisjoner, derav halvparten fra felter på bonitetene D, E og F, mens det f. eks. bak kurven for middeldiametrer 16,51 cm, som bygger på 18 revisjoner, er bare 5 revisjoner fra bonitet D og ingen fra E og F.

Tendensen i dette materialet synes etter disse kurvene å dømme, å være større spredning med svakere bonitet, noe som er i samsvar med resultatene hos CAJANUS, LÖNNROTH og NÄSLUND. Det bør kanskje framheves at det neppe er noen grunn til å tillegge boniteten noen særlig *stor* innflytelse, men en bør være oppmerksom på tendensen. Fordelingskurvene i figurene 5 og 6 bør derfor oppfattes som gjeldende nærmest for middels bonitet. For høg bonitet kan en tenke seg kurvene trukket litt steilere (mindre spredning), og for låg bonitet en tanke slakere.

I figur 7 er fordelingskurvene for middeldiametrene 10, 20 og 30 cm for stående trær sammenlignet med kurver for normalfordeling.

Middeldiametrene hos EIDE og LANGSÆTER er alltid *middelgrunnflatens diameter* (D), definert ved

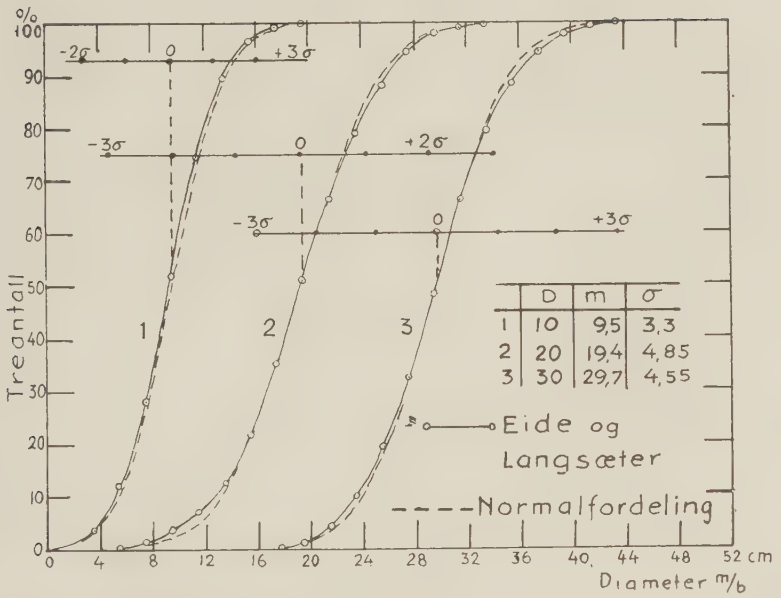


Fig. 7. Fordelingskurver etter EIDE og LANGSÆTER sammenlignet med normalfordeling.

$$D^2 = \frac{\Sigma\, d_i^2 \cdot t_i}{\Sigma\, t_i}$$

der d_i er diameteren (klassemidten) for diameterklasse nr. i og t_i er treantallet i klassen. Sambandet mellom D og aritmetisk middeldiameter m er når σ^2 beregnes av annet moment omkring m ved divisjon med n ($= \Sigma\, t_i$) i stedet for som vanlig med n-1, gitt ved ligninga $D^2 = m^2 + \sigma^2$ (Se f. eks. LÖNNROTH 1925, s. 100). Setter en $D = 1$ og uttrykker σ i enheten m som $\sigma = qm$, blir $m^2 + (qm)^2 = 1$ og $m^2 = \frac{1}{1 + q^2}$.

Dette uttrykket kan bruke når en ønsker å finne verdien av m i forhold til enheten for en valt q-verdi.

I figur 7 er middelavviket for normalkurvene 1, 2 og 3 med hensikt valt lik henholdsvis 35, 25 og 15 % av m, dvs. q = 0,35, 0,25 og 0,15. Deretter er de aritmetiske middeldiametrer som svarer til D = 10, 20 og 30 cm beregnet. For kurve 2 med q = 0,25 blir eksempelvis m i relativt mål lik:

$m^2 = \frac{1}{1 + 0{,}25^2} = 0{,}941$ og $m = 0{,}97$. For $D = 20$ cm altså $m = 0{,}97 \cdot 20$ cm $= 19{,}4$ cm.

Figur 7 viser at de valte normalkurver faller godt sammen med utjevningskurvene, og omvendt at utjevningskurvene har en form som avviker lite fra normalfordelingen. En må derfor kunne betegne EIDE og LANGSÆTERS grafiske utjevning som vellykket, og det er neppe grunn til å tro at resultatet ville blitt bedre ved beregningsmessig utjevning.

Av figur 7 kan en videre slutte at spredningen omkring middeltallet uttrykt i prosent, avtar rettlinjet med økende middeldiameter, sml. fig. 5. Mens middelavviket dreier seg om 35 % når D = 10 cm (stående trær), utgjør det for D = 20 cm ca. 25 % og for D = 30 cm ca. 15 %.

Middelavvikene i LÖNNROTHS materiale ligger noe over disse verdiene, mens CAJANUS har fått mindre middelavvik for middeldiameter 10 cm og større for 30 cm (svakere synkning med økende middeldiameter). Et middelavvik på bare 15 % for D = 30 cm kan kanskje synes lite, men det kan neppe avvises som urimelig. En må heller tolke det som resultat av de foretatte tynninger og den anvendte tynningsmåten, som nok fører til betydelig reduksjon av spredningen.

I denne forbindelse kan det være av interesse å ta med et par eksempler på resultat av beregningsmessig utjevning av frekvensrekker for treantallet ved tilpasning av Charliers frekvensfunksjon.

I tabell 1 er tatt inn resultatene av en slik tilpasning for D = 8,51 og D = 18,46 i EIDE og LANGSÆTERS materiale, stående trær, sml. fig. 3.

Beregningen er utført med bruk av 2 cm's diameterklasser. Momentene er korrigert. De utjevnede klassefrekvensene er avrundet til hele tall.

En utjevning som denne justerer kurvenes forløp, men ikke spredningen. EIDE og LANGSÆTER har ved sin grafiske utjevning kunnet justere begge deler, noe som fig. 3 og 4 viser var ønskelig og nødvendig.

Fordelingskurvene for treantallet i fig. 5 og 6 skulle etter det som er nevnt foran, kunne vurderes slik:

Tabell 1.

Eksempel på resultat av utjevning ved tilpasning av Charliers frekvensfunksjon.

Diameterklasse cm	D = 8,51 cm				D = 18,46 cm			
	m = 7,98 β_3 = — 0,088 σ = 3,02 β_4 = + 0,009				m = 17,77 β_3 = + 0,0311 σ = 5,025 β_4 = + 0,0022			
	Treantall ‰				Treantall ‰			
	observert		utjevnet		observert		utjevnet	
	pr. kl.	sum	pr. kl.	sum	pr. kl.	sum	pr. kl.	sum
2— 3	58	58	45	45	1	3	3	3
4— 5	153	211	156	201	15	16	7	10
6— 7	240	451	266	467	17	33	16	26
8— 9	265	716	255	722	26	59	30	56
10—11	167	883	155	877	39	98	53	109
12—13	75	958	73	950	80	178	85	194
14—15	28	986	33	983	124	302	122	316
16—17	10	996	12	995	169	451	151	467
18—19	3	999	3	998	171	642	160	627
20—21	1	1 000			139	781	144	771
22—23					93	874	108	879
24—25					64	938	67	946
26—27					40	978	34	980
28—29					15	993	14	994
30—31					6	999	5	999
32—33					1	1 000	1	1 000
	1 000		998		1 000		1 000	

1. De bygger på et betydelig forsøksmateriale fra produksjonsfelter i granbestand spredt over de to største norske barskogområdene. Feltene som materialet er hentet fra, er behandlet med fri tynning etter retningslinjer som for tiden følges i stor utstrekning også i det praktiske skogbruk.
2. Den foretatte grafiske utjevning av middeltallene er utført forsiktig og med heldig resultat.
3. Kurvene har et regelmessig og rimelig forløp med rimelig spredning omkring middeldiameteren.

4. Da kurvene etter dette synes å gi tilfredsstillende opplysninger om fordelingen av treantallet i normale enaldrede granbestand, må de kunne tillegges betydelig verdi. En må ganske trygt kunne bruke dem ved skogøkonomiske beregninger innen de barskogområder de representerer. De vil også kunne brukes ved beregninger for gran på Vestlandet. BRANTSEG (1951, s. 47) har nemlig funnet god overensstemmelse mellom den fordeling som kurvene gir, og fordelingen i materiale fra vestlandske granplantninger.

Diameterklassenes midlere trehøgde.

For å komme fram til tall for volumfordelingen til bruk ved beregning av veid middelpris, må en i tillegg til trærnes fordeling på diameterklasser også kjenne høgdeforholdene.

Trehøgdene i de forskjellige diameterklasser i materiale fra norske produksjonsfelter i enaldret granskog er undersøkt av EIDE og LANGSÆTER (1941).

For hvert felt har forfatterne regnet om de observerte høgder i de forskjellige 2 cm's diameterklasser til prosent av middelhøgda. Middelhøgda er her middeltallet av diameterklassenes høgder beregnet med grunnflatesummen i hver klasse som vekt.

Etter omregningen har forfatterne gruppert feltene etter middeldiameter med bark i 2 cm's klasser. Deretter er middeltall for høgdeprosentene regnet ut.

Disse middeltallene er i nevnte arbeide meddelt i to tabeller for henholdsvis stående og felte trær.

I to tilsvarende diagrammer er meddelt utjevnede høgdeprosenter, som er framkommet ved grafisk utjevning av de beregnede middeltall.

Høgdeprosentene (diameterklassenes høgder i prosent av middelhøgda) gjelder i likhet med fordelingskurvene for treantallet nærmest for en middelbonitet, da middeltallene er beregnet for sammenslått materiale. Noen særlig forskjell på bonitetene synes det ikke å være, så en må ganske trygt kunne regne med de samme prosentene også for høg og låg bonitet.

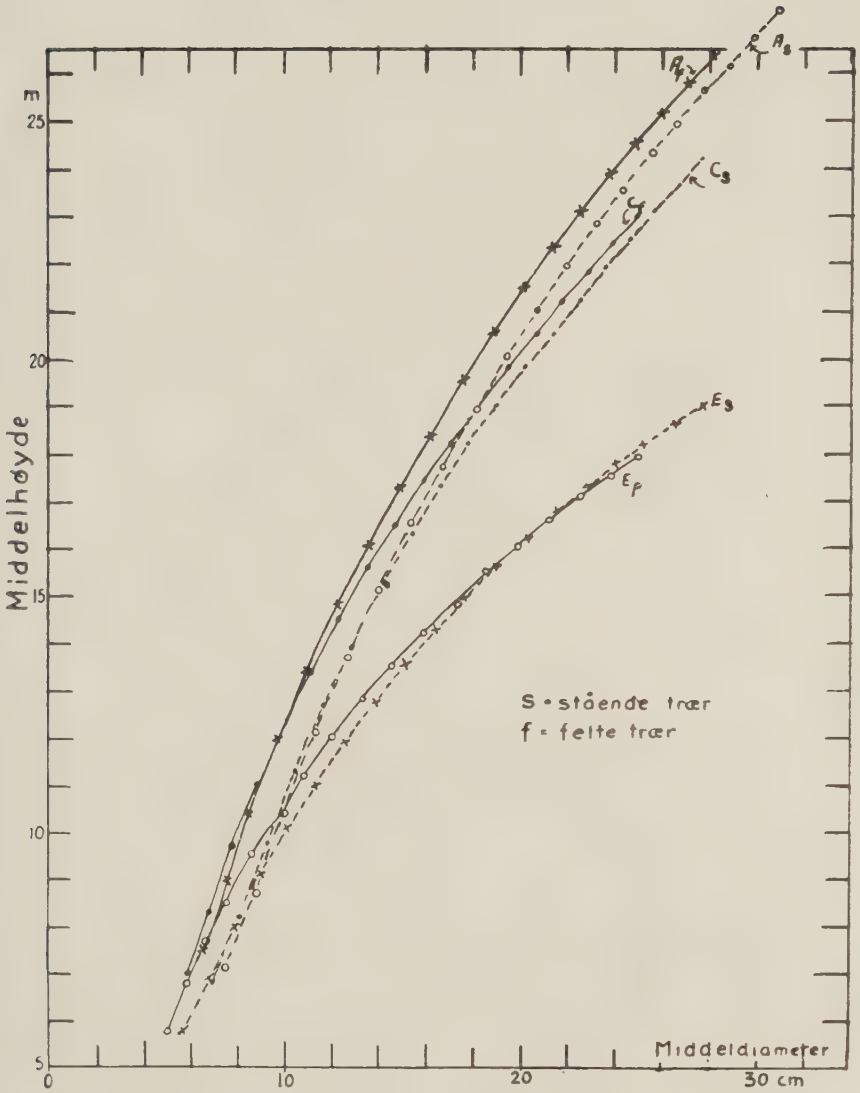


Fig. 8. Sambandet mellom middeldiameter og middelhøgde etter de norske produksjonstabellene for gran, tynningsgrad I, bonitet A, C og E.

I figur 8 er vist sambandet mellom middeldiameter (middelgrunnflatens diameter) og middelhøgde, etter Det norske Skogforsøksvesens produksjonstabeller for granskog (EIDE og LANGSÆTER 1941). Det er trukket kurver for bonitetene A, C og E for tynningsgrad I (middels sterk tynning). En ser at kurvene

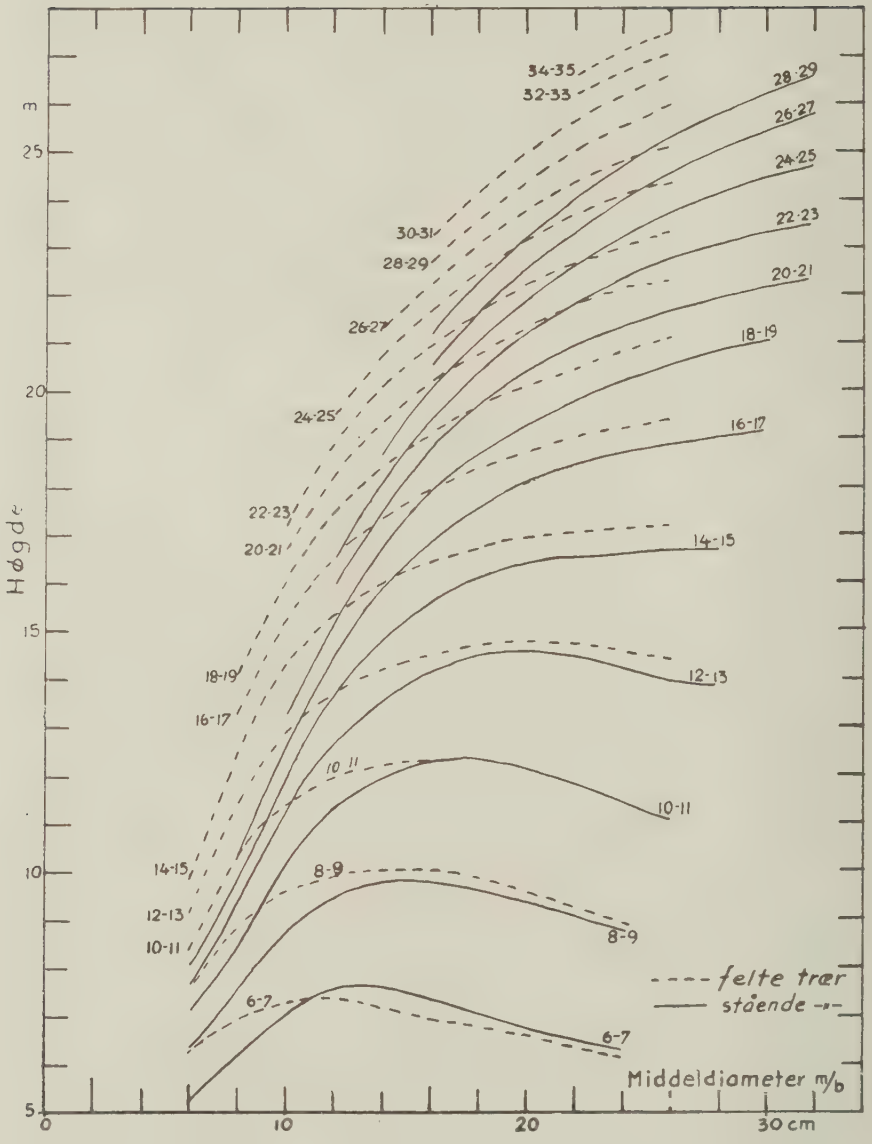


Fig. 9. Diameterklassenes høgder. Etter produksjonstabellen for gran, bonitet A.

for felte trær til å begynne med ligger noe over kurvene for stående trær, og at denne forskjellen avtar med stigende middeldiameter.

Figurene 9 og 10 gir de enkelte diameterklassers høgder

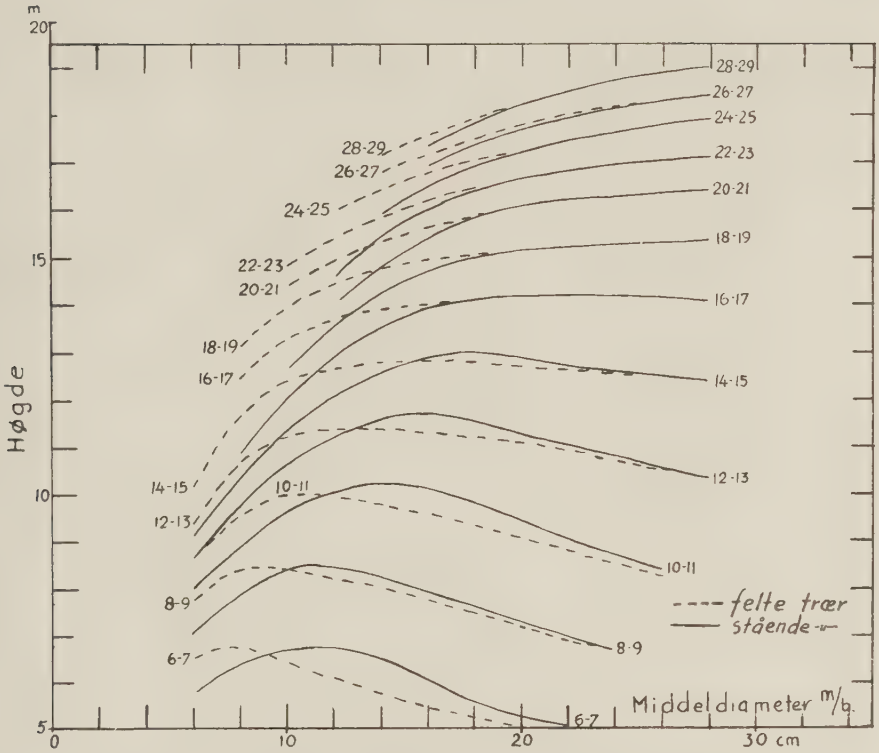


Fig. 10. Diameterklassenes høgder. Etter produksjonstabellen for gran, bonitet E.

for bonitetene A og E for varierende middeldiameter. Høgdene er regnet ut ved hjelp av høgdeprosentene og middelhøgdene i fig. 8.

Figurene viser at diameterklassenes høgder varierer både med bonitet og middeldiameter.

For diameterklasser under 12—15 cm stiger høgdene med middeldiameteren inntil et kulminasjonspunkt og avtar deretter. Forklaringen til dette forhold må søkes i trærnes plass i bestandet. Et tre i diameterklasse 10—11 f. eks. er når middeldiameteren er liten, f. eks. 6 cm, et *herskende* tre. Med økende middeldiameter går trær i klasse 10—11 over til å være *medherskende* trær, som søker å henge med i høgdevekst så lenge som mulig og derved får stor høgde i forhold til diameteren. Endelig har trær i klasse 10—11 i bestand med stor middel-

diameter gjerne status som undertrykte trær, som vanlig har mindre høgde i forhold til diameteren enn medherskende trær.

Fordeling på diameterklasser av volum uten bark.

Med opplysninger om fordelingen av trærne på diameterklasser og om diameterklassenes høgder kan en beregne normal volumfordeling for varierende middeldiameter.

Jeg har utført slike beregninger med bruk av treantallsfordelingen etter figurene 5 og 6.

For de forskjellige middeldiametrer er valgt middelhøgde etter sambandet i Skogforsøksvesenets produksjonstabeller (EIDE og LANGESÆTER, l. c.), se fig. 8. Deretter er diameterklassenes høgder beregnet med bruk av høgdeprosentene i nevnte arbeide. For sammenhørende verdier av diameter (klassemidt) og høgde er volum pr. tre med bark avlest i EIDES kubikktabell (EIDE 1923). Deretter er volum ialt i de forskjellige

Tabell 2.

Beregning av volumfordeling u/b for middeldiameter 12 cm, stående trær, bonitet A, middelhøgde 12,9 meter.

Diam.-klasse	Diam. cm	Treantall		Høgde		Volum m/b		Bark		Volum ialt u/b		
		sum	pr. klasse	%	m	pr. tre, m³	ialt m³	mm	%	m³	%	Sum %
2— 3	2,5	12	12	20	2,6	0,002	0,024	2,7	17	0,02	0,0	0
4— 5	4,5	57	45	40	5,2	0,006	0,270	3,6	15	0,23	0,3	0
6— 7	6,5	147	90	58	7,5	0,015	1,350	4,4	14	1,16	1,7	2
8— 9	8,5	307	160	74	9,5	0,031	4,960	5,3	13	4,32	6,4	8
10—11	10,5	522	215	88	11,4	0,055	11,825	6,1	12,4	10,36	15,4	23
12—13	12,5	727	205	98	12,6	0,083	17,015	6,9	11,5	15,06	22,4	46
14—15	14,5	867	140	105	13,5	0,116	16,240	7,8	11,1	14,44	21,5	67
16—17	16,5	947	80	112	14,4	0,156	12,480	8,6	10,7	11,15	16,6	84
18—19	18,5	982	35	118	15,2	0,202	7,070	9,5	10,6	6,32	9,4	93
20—21	20,5	997	15	123	15,9	0,254	3,810	10,3	10,4	3,41	5,1	98
22—23	22,5	1,000	3	127	16,4	0,305	0,915	11,1	10,3	0,82	1,2	100
Sum			1000							67,29	100,0	100

klasser beregnet. Volum uten bark er funnet ved omregning med hjelp av barkprosenten, avlest i EIDES barkprosenttabell (EIDE l. c.). Barktykkelsen er bestemt etter ligninger hos EIDE og LANGSÆTER (l. c., s. 381). Endelig er tallene for volum uten bark i de enkelte klasser omregnet til prosenter av samlet volum.

I tabell 2 er tatt med et eksempel på beregningene.

Det viste seg ved beregningene at volumfordelingsprosentene bortsett fra tilfeldig variasjon på grunn av avrundinger o. l., *ble de samme for alle bonteter,* altså at prosentene ikke varierte med varierende middelhøgde.

Resultatet av beregningene framgår av fordelingskurvene i figur 11 og 12, som gir prosent av samlet volum uten bark *nedenfor* forskjellige diameterverdier med bark, for middeldiametrene (middelgrunnflatens diameter) 6, 8, 10, 12 cm osv.

Figur 11 gjelder for stående trær (gjenstående bestand) og figur 12 for felte trær. For felte trær med middeldiameter 20, 22, 24 cm osv. er fordelingen den samme som for stående trær, se figur 11.

Volumprosenten i en bestemt diameterklasse kan en finne av kurvene slik:

Eksempel. Finn volumprosenten for diameterklasse 12 med klassegrenser 10,50 og 13,49 cm for stående trær når middeldiameteren er 16 cm med bark.

Av figur 11 ses at volum uten bark for middeldiameter 16 cm er fordelt med 12,5 % nedenfor 13,49 cm og 2,5 % nedenfor 10,5 cm. I diameterklasse 12 altså 12,5 % — 2,5 = 10,0 % av samlet volum.

Fordelingskurvene i figur 11 og 12 kan brukes for alle boniteter, men gjelder strengt tatt for en middels bonitet, jfr. foran om fordelingskurvene for treantallet og diameterklassenes høgder. Om forutsetninger når det gjelder tynningsmåten, se side 330.

I figur 13 er de nye fordelingskurvene for volum sammenlignet med fordelingskurver hos HAGELBERG (1918) og NÄSLUND (1929).

HAGELBERGS volumkurve for gran grunner seg på kurver for høgde og formtall hos SCHIFFEL (1903) og den treantallsfordeling som er gjengitt øverst i figur 1 (FEKETES materiale).

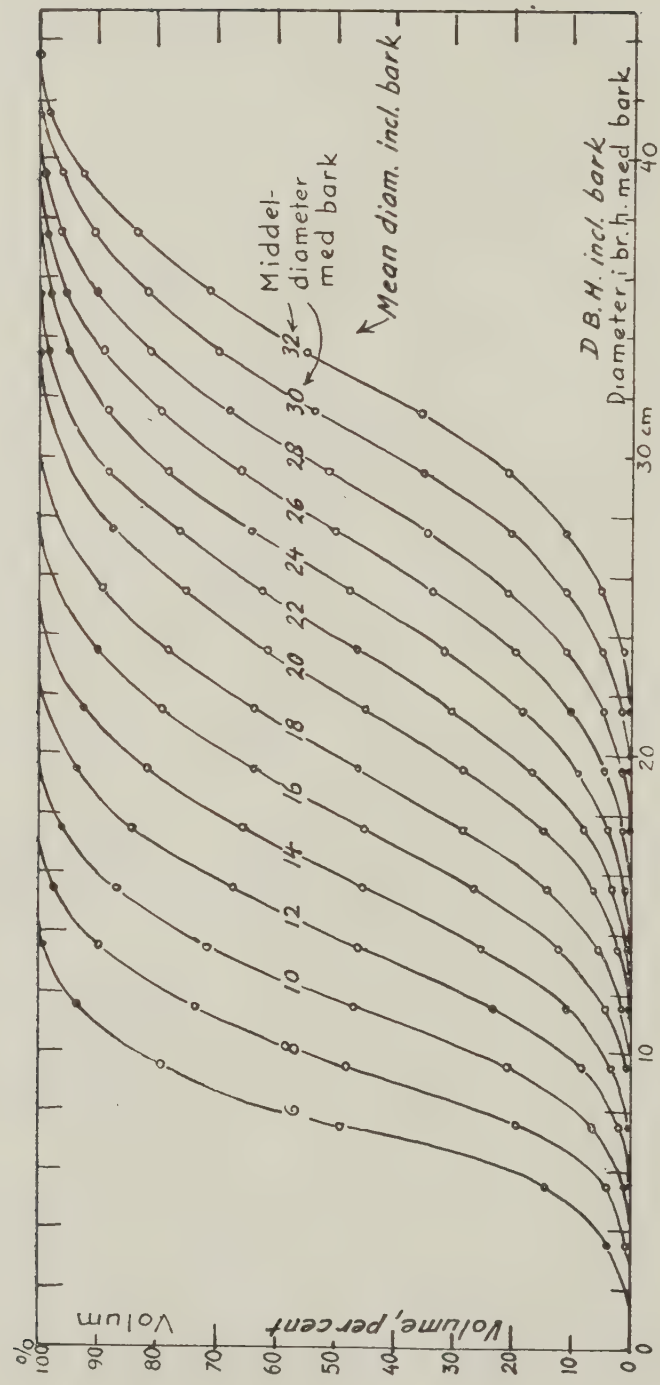


Fig. 11. Fordelingskurver for volum uten bark. Gran, stående trær.
Distribution of volume under bark. Main crop.

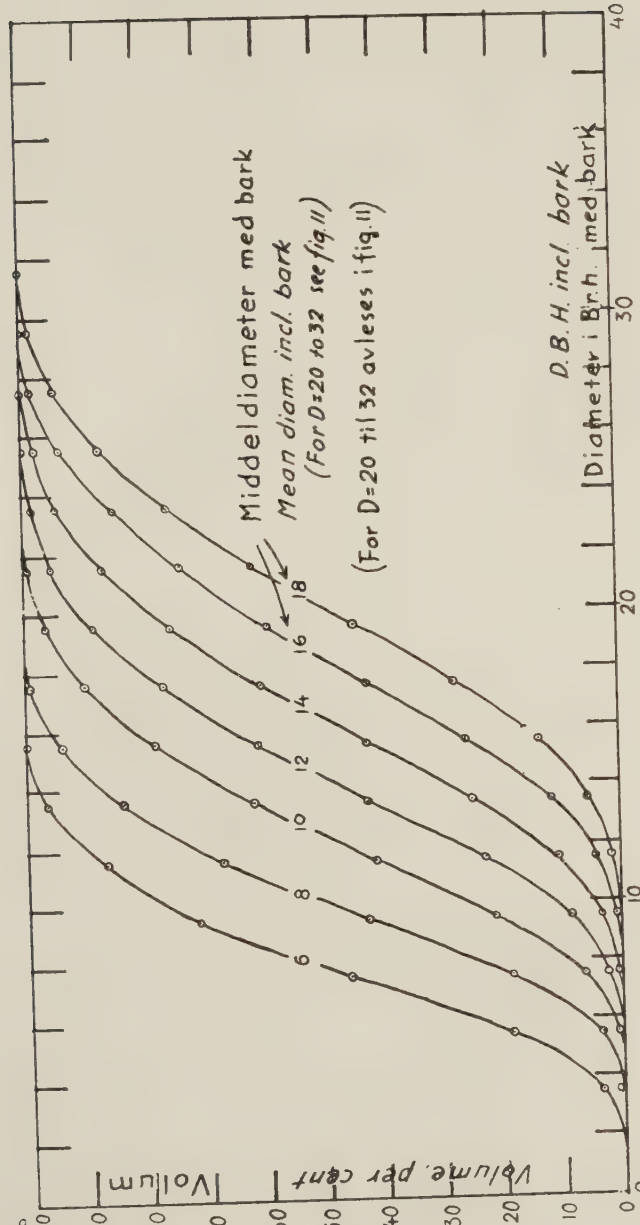


Fig. 12. Fordelingskurver for volum uten bark. Gran, stående trær.
Distribution of volume under bark. Thinnings.

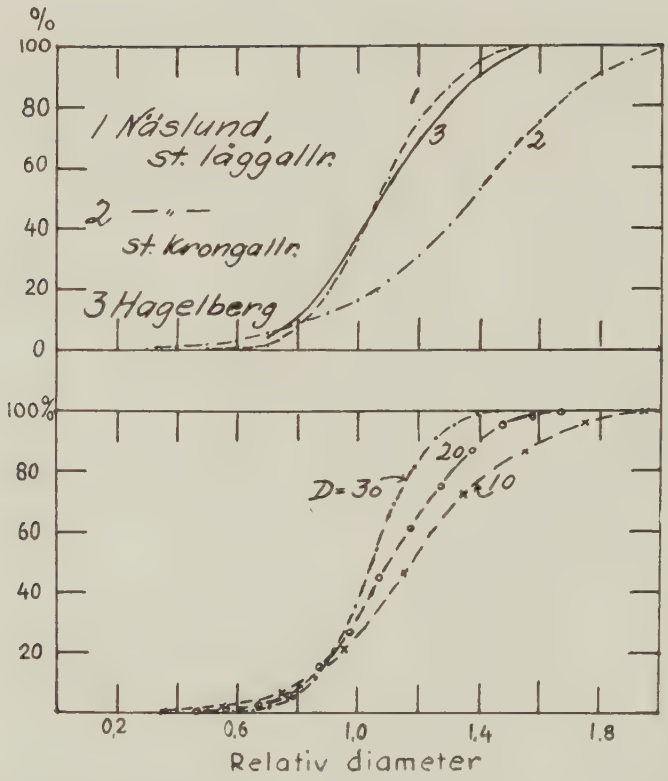


Fig. 13. Fordelingskurver for volum etter HAGELBERG og NÄSLUND. De nye fordelingskurver for volum for D = 10, 20og 30 cm avsatt over relativ diameter.

NÄSLUND har i sitt arbeide trukket opp særskilte volumfordelingskurver for lågtynning og kronetynning (sterk låggallring og sterk krongallring).

NÄSLUNDS kurve for lågtynning faller som figuren viser, ganske godt sammen HAGELBERGS kurve, men er noe mindre stiv. Hans kurve for kronetynning stiger betydelig slakere enn kurven for lågtynning, og viser at en ved kronetynning har større spredning omkring middeldiameteren enn ved lågtynning og en betydelig mindre prosentdel av samlet volum på trær nedenfor bestemte diameterverdier. Mens prosent av volumet nedenfor middeldiameteren (relativ diameter 1,0) er 37 for lågtynning, er prosenten for kronetynning lik 17.

Nederst i figur 13 er de nye volumfordelingskurver for D= 10, 20 og 30 cm, stående trær, gjengitt med forandring at prosentene er avsatt over relativ diameter.

Figuren viser at en for det norske materialet *ikke kan trekke noen middelkurve for volumfordeling* over relativ diameter. Dette har sin årsak i spredningsforholdene. Betingelsen for at kurvene skal kunne bringes til å falle sammen gjennom omregning til relativ diameter, er at middelavviket må variere med middeldiameteren på en slik måte at det utgjør en fast prosentdel av denne. Etter det som er nevnt side 332 er denne betingelsen ikke på noen måte oppfylt når det gjelder treantallsfordelingen, og dette er heller ikke tilfelle når det gjelder fordelingen av volumet.

Beregning av veid middelpris.

Når prisen pr. volumenhet for de forskjellige dimensjoner er kjent, kan en ved hjelp av opplysningene i figurene 11 og 12 om volumfordelingen beregne veid middelpris for stående og felte trær i normale granbestand for forskjellige verdier av middeldiameter med bark.

Jeg har foretatt en del slike beregninger og resultatet er vist i figur 14.

Beregningene er utført med bruk av 2 cm's diameterklasser. Diameter uten bark er satt lik klassemidten med fradrag for dobbelt bark etter ligninger hos Eide og Langsæter (1941). Trehøgdene er beregnet på samme måte som omtalt side 338. For sammenhørende verdier av diameter uten bark og høgde, har jeg avlest redusert bruttopris pr. m^3 i diagram hos Langsæter (1939) for tømmerprisnivået 15 kr. pr. m^3 for midtmålt gran klasse 2 (med 8 % pristillegg for klasse 1 og 8 % fradrag for klasse 3) og 75 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt.

Redusert bruttopris pr. m^3 er bruttopris fratrukket de kostnader som bør utlignes pr. stokk. Dette fradraget har Langsæter satt lik 10 øre pr. stokk, altså kr. 0,50 pr. m^3 for trær som gir 1 stokk à 0,2 m^3 slik at det går 5 stk. pr. m^3.

Fra redusert bruttopris pr. m^3 har jeg trukket kostnader

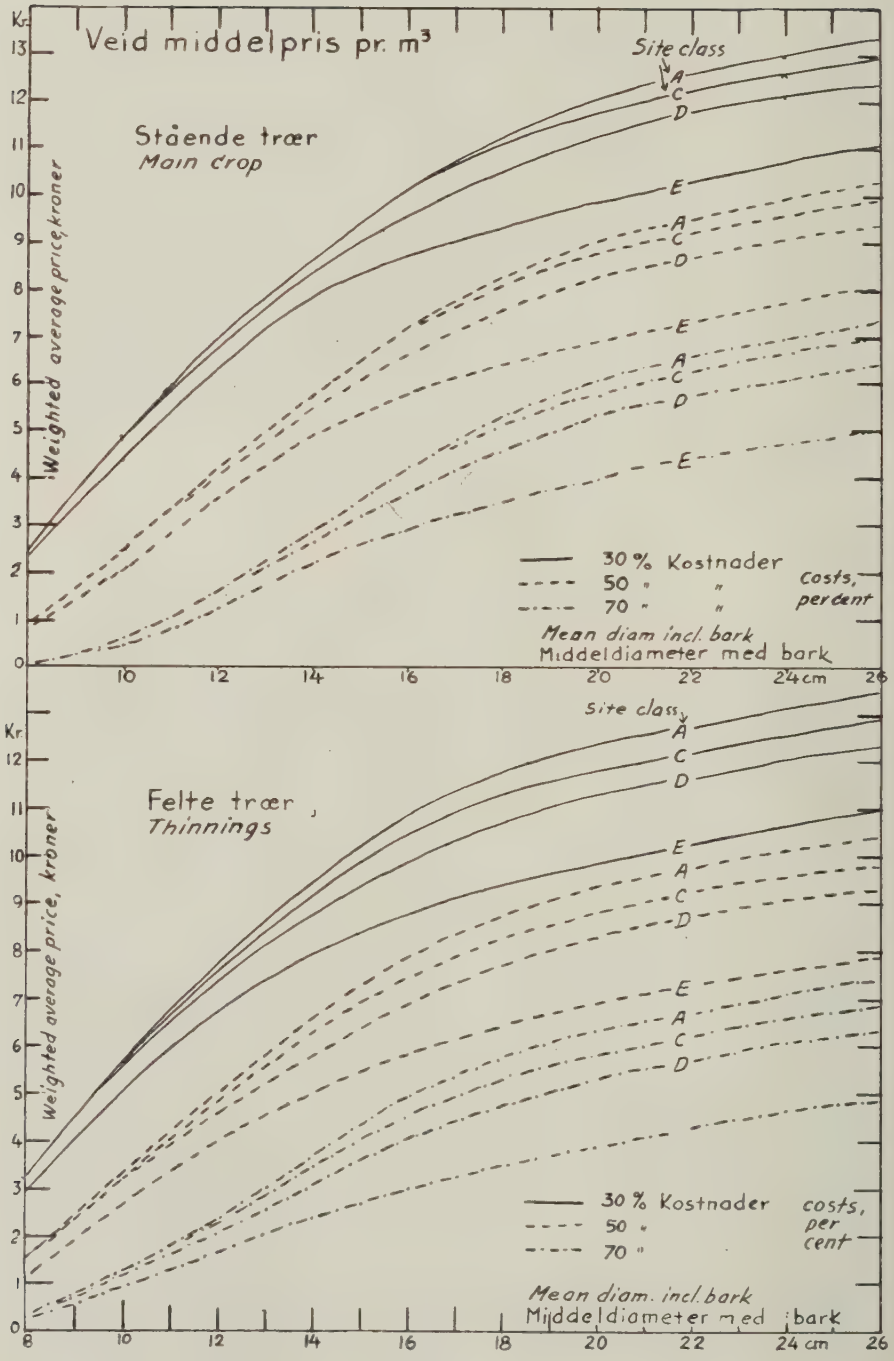


Fig. 14. Veid middelpris pr. m³ for bonitetene A, C, D og E og kostnader 30, 50 og 70 % av bruttoprisen for 20 cm 15 m.

Weighted average price per cubic meter. Site A, C, D and E. Costs 30, 50 and 70 per cent of the gross value for a tree 20 cm 15 m.

pr. m³ med alternativt kr. 4, 7 og 10.* Resten er da *netto pris pr. m³* for kostnader henholdsvis ca. 30, 50 og 70 % av bruttoprisen for trær av dimensjon 20 cm $^{u}/_{b}$ 15 m, som gir 1 stokk à 0,2 m³ tømmer. I tabell 3 er gitt en oversikt over priser og kostnader såvel ved tømmerprisnivået 15 kr. pr. m³ som etter omregning til nivåene 30 og 60 kroner.

Tabell 3.

Prisforhold i beregningene av veid middelpris.

Bruttopris pr. m³ klasse 2 for midtmålt gran, kroner		15	30	60
Prosenttillegg til grunnpristabellen for toppmålt		75	250	600
Bruttopris pr. m³ *for hele treet* for 20 cm 15 m, volum på rot 0,22 m³		14,73	29,46	58,92
Fradrag for kostnader:				
Pr. stokk, kroner		0,10	0,20	0,40
Pr. m³, kroner	1)	4,00	8,00	16,00
	2)	7,00	14,00	28,00
	3)	10,00	20,00	40,00
Samlet fradrag pr. m³ for 20 cm 15 m, som gir 1 stokk a 0,2 m³	1)	4,50	9,00	18,00
	2)	7,50	15,00	30,00
	3)	10,50	21,00	42,00

Ved at det gjøres fradrag for kostnader (direkte og indirekte driftskostnader samt sekundære generalkostnader) *dels pr. m³ og dels pr. stokk*, kommer fradraget til å variere etter tredimensjonen, sml. LANGSÆTER 1939 s. 510. Et fradrag på 10 øre pr. stokk ved tømmerprisnivå 15 kroner synes å passe bra også etter forholdene nå. Fradraget pr. stokk omfatter stokktillegget etter hogsttariffen samt prosenttillegg på dette og visse kostnader ved levering av tømmeret (tømmermåling og merking). Det er således uavhengig av driftsvegens lengde. Virkningen av økende veglengde kommer inn gjennom større fradrag pr. m³,

* Fradraget blir derved beregnet etter stammevolum, ikke etter tømmervolum som strengt tatt burde vært lagt til grunn.

Tabell 4.

Beregning av veid middelpris pr. m³ for gran, felte trær, middeldiameter 12 cm, kostnader 50 %, bonitet A.

Diameterklasse	Diameter u/b cm	Høgde m	Pris pr. m³, kr.		Volum %	Pris ialt, (5) · (6)
			Redusert bruttopris	Nettopris (4) ÷ 7,0		
1	2	3	4	5	6	7
8— 9	8,0	9,9	—	—	6,1	0,00
10—11	9,9	12,0	9,1	2,1	14,2	29,82
12—13	11,8	13,7	10,5	3,5	19,6	68,60
14—15	13,7	15,3	12,7	5,7	18,6	106,02
16—17	15,6	16,5	14,3	7,3	15,5	113,15
18—19	17,6	17,4	15,0	8,0	11,6	92,80
20—21	19,5	18,2	15,0	8,0	7,2	57,60
22—23	21,4	18,8	15,3	8,3	3,1	25,73
24—25	23,3	19,5	15,7	8,7	1,5	13,05
Sum						506,77
Middel						5,07

da betalingen for framkjøring beregnes pr. m³ og graderes etter veglengden.

Framgangsmåten ved beregning av veid middelpris ses best av et eksempel, se tabell 4.

Prosent volum i en diameterklasse kan leses som volum i m³ i et parti som ialt er på 100 m³. Veid middelpris pr. m³ blir derfor sum pris ialt delt med 100.

I eksemplet i tabell 4 er veid middelpris beregnet til ca. kroner 5. *Middeldimensjonens pris* er vesentlig lågere, nemlig for dimensjonen 12 cm med bark (= 11,3 cm u/b) og høgde 14,5 meter lik ca. kr. 10,30 ÷ 7,00 = ca. *kr. 3,30.*

Figur 14 gir veid middelpris pr. m³ for stående og felte trær på bonitetene A, C, D og E. Det er tegnet kurver for 3 kostnadsalternativer, henholdsvis ca. 30, 50 og 70 % av bruttoprisen for dimensjonen 20 cm 15 m. Priskurvene gjelder for tømmerprisnivået 15 kr. pr. m³ for midtmålt gran og 75 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt. De kan lett omregnes

til andre prisnivå. Det er bare å multiplisere med kvotienten mellom ny og gammel pris. Hvis en f. eks. ønsker å regne om prisene til tømmerprisnivået 60 kroner pr. m³, skal en multiplisere med $\frac{60}{15}$, dvs. firedoble verdiene på ordinataksen.

Figuren viser at nettoprisen pr. m³ for en bestemt middeldiameter er litt større for felte trær enn for stående trær. Dette skyldes for det første at middelhøgda er litt større for felte trær enn for stående trær, sml. fig. 8, og for det annet at volumfordelingskurvene er noe forskjellige opp til 18—20 cm. For middeldiameter 10 cm f. eks. bidrar trær over 16 cm med 10 % av volumet når det gjelder stående trær. For felte trær er det tilsvarende tall lik 18 %. Kurvene i figur 12 tøyer seg lenger oppover diameterskalaen enn tilsvarende kurver i figur 11, som rimelig kan være etter den anvendte frie tynningsmåten.

I figur 14 er prisen framstilt som funksjon av middeldiameter med bark. Ved hjelp av sambandet mellom middeldiameter og alder etter en produksjonstabell kan en også få prisen som funksjon av bestandets alder. (Grøn 1943, Grøn og Jørgensen 1948). I figur 15 er framstilt veid middelpris pr. m³ over alder for bonitetene A og E for kostnader 50 % av brutto.

Av figur 15 kan en trekke visse slutninger om kvalitetstilveksten i normale granbestand for det forutsatte prissystem.

Med kvalitetstilvekst forstås for det enkelte tre den tilvekst i treets nettoverdi på rot som ved uforandret prisnivå oppnås pr. volumenhet når treet vokser til en større dimensjon. Når treets utvikling er kjent, kan en beregne nettoverdien ved en del tidspunkter og deretter trekke opp treets priskurve. Kvalitetstilveksten kan en så finne som priskurvens tilvekstgrad.

Kvalitetstilveksten for et bestand kan en finne på samme måte av *bestandets* priskurve, der prisen er avsatt over alder ved hjelp av middeldiametrene ved kontinuerlig tynning (middeldiametrene midt mellom hogst), sml. Jørgensen og Hermansen (1950, s. 368).

Da middeldiameteren som regel øker ved tynning, vil bestandets priskurve vanlig ligge litt lågere enn priskurven for stående trær, men vil ellers følge denne temmelig nøye i forløp og stigningsforhold. En kan derfor med ganske god til-

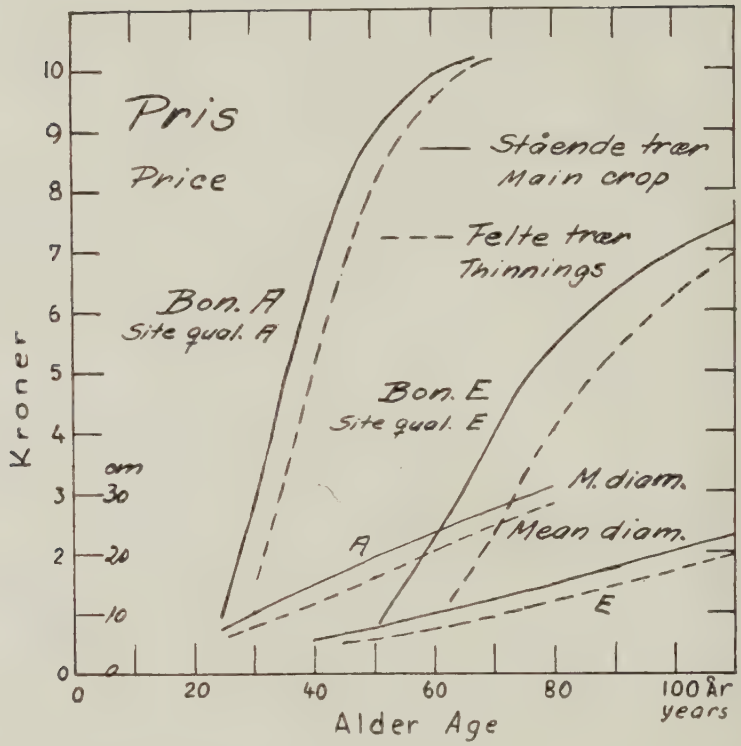


Fig. 15. Veid middelpris pr. m³ over alder for bonitetene A og E.
Price-age curves. Site A and E. Costs 50 per cent.

nærmelse avlese bestandets kvalitetstilvekst av priskurven for stående trær.

Priskurvene for stående trær i figur 15 stiger en tid sterkt med økende alder, men etterhvert langsommere. Derav kan en slutte at en med det prissystem, de kostnader og den bestandsrøkt som er forutsatt, har en utholdende kvalitetstilvekst i normale granbestand, men slik at denne øker til et kulminasjonspunkt og deretter avtar.

Eksempelvis er tilvekstgraden for kurven for stående trær, bonitet A, i figur 15 for aldersperioden 35 til 40 år ca. $\frac{6{,}50 \div 4{,}80}{5}$ = ca. kr. 0,34, eller ca. 6 % av prisen midt i perioden. Ved alder 60 år er tilvekstgraden sunket til ca. kr. 0,07, dvs. ca. 0,7 %.

Når kvalitetstilveksten bestemmes for et bestand på denne måten, vil den inneholde en tynningseffekt ved at middeldiameteren og dermed prisen er påvirket av tynningene.

Sammendrag.

I dette arbeidet er det

1. lagt fram erfaringstall for fordelingen på diameterklasser av volum uten bark i normale enaldrede norske granbestand, se figurene 11 og 12.
2. beregnet kurver for veid middelpris pr. m^3 for stående trær (gjensatt bestand) og felte trær (uttatt bestand), se fig. 14.

Fordelingskurvene for volum i fig. 11 og 12 bygger på de erfaringstall for fordeling av treantallet på diameterklasser som er lagt fram av EIDE og LANGSÆTER (1941) som resultat av Det norske Skogforsøksvesens produksjonsundersøkelser i granskog, se fig. 5 og 6.

For å kunne vurdere fordelingskurvene i fig. 5 og 6, har forfatteren omtalt resultater hos FEKETE (1902), SCHIFFEL (1903), CAJANUS (1914), HAGELBERG (1918), LÖNNROTH (1925), NÄSLUND (1929, 1936) og BRANTSEG (1951) og herunder tatt med en del om utjevning av frekvensrekker for treantallet ved tilpasning av Charliers frekvensfunksjon (CHARLIER 1906, 1931).

Forfatteren har funnet at kurvene har et rimelig forløp med rimelige spredningsforhold og anser dem for å være verdifulle for norske forhold.

Fordelingskurvene for treantallet er omregnet til fordelingskurver for volum ved hjelp av erfaringstall hos EIDE og LANGSÆTER(l. c.) for diameterklassenes midlere trehøgde og EIDES kubikktabell EIDE (1923).

Kurvene i fig. 11 og 12 gjelder strengt tatt for en midlere bonitet, men kan godt brukes også for høg og låg bonitet. De gjelder for fri tynning (av middels styrke) etter Skogforsøksvesenets retningslinjer. Ved bruk av kurvene må en være oppmerksom på at middeldiametrene er forutsatt beregnet som middelgrunnflatens diameter.

Priskurvene i fig. 14 er beregnet for det prissystem som ble innført på Østlandet i 1937. Forfatteren har avlest pris pr. m^3 for de forskjellige dimensjoner hos LANGSÆTER (1939) og beregnet veid middelpris med bruk for fordelingskurvene i fig. 11 og 12. Prisene gjelder for tømmerprisnivået 15 kr. pr. m^3 for midtmålt grantømmer av klasse 2 (med 75 % tillegg til grunnpristabellen for toppmålt). Priskurvene kan omregnes til andre tømmerprisnivå ved multiplikasjon med kvotienten mellom ny og gammel pris (når bare prisforholdet mellom midtmålt og toppmålt tømmer er uforandret).

I fig. 14 er prisen framstilt som funksjon av middeldiameteren. I fig .15 er vist at en ved hjelp av sambandet mellom middeldiameter og alder også kan få prisen som funksjon av bestandets alder. (GRØN 1943, GRØN og JØRGENSEN 1948). Av figuren kan en trekke visse slutninger om kvalitetstilveksten i normale granbestand.

Summary.

The report presents:

1. prepared empirical data on the distribution on D. B. H. classes of the under-bark volume in normal evenaged stands of Norway spruce. Figs. 11 and 12.
2. calculated weighted average net stumpage value per cubic meter for main crop and thinnings of varying mean diameter. Fig. 14.

The volume distribution curves in Figs. 11 and 12 are based upon results regarding the distribution of number of trees obtained at The Norwegian Forest Research Institute (EIDE and LANGSAETER 1941) in yield investigations on permanent sample plots in Norway spruce stands. Figs. 5 and 6.

For the purpose of evaluating the curves in Figs. 5 and 6, references are made to works by FEKETE (1902), SCHIFFEL (1903), CAJANUS (1914), HAGELBERG (1918), LÖNNROTH (1925), NAESLUND (1926, 1936) and BRANTSEG (1951). Mention is also made of mathematically smoothing of frequency distributions for the number of trees by using the Charliers' frequency function (the Gram-Charlier's series of type A) (CHARLIER 1906, 1931).

The author considers the curves in Figs. 5 and 6 to be of value. No doubt they may help shed light on some economic problems in Norwegian forestry whenever details are required on the distribution of the number of trees. The shapes of the curves seem reasonable and display a probable dispersion around the mean.

The curves for the number of trees are converted into curves for volume by means of detailed data (EIDE and LANGSAETER,

l. c.) on the average tree height in different D. B. H. classes and by means of EIDE's Norway spruce volume table (EIDE 1923).

Strictly speaking, the volume curves in Figs. 11 and 12 relate to an average site quality, but they are applicable also to good and poor site. They are based on free thinnings as carried out by the Research Institute (for details see EIDE and LANGSAETER 1941, page 474). It should be noticed that the mean diameters (D) are supposed to be calculated from

$$D^2 = \frac{\Sigma d_i^2 \, t_i}{\Sigma t_i}$$ where d_i is the diameter of the D. B. H. class i, and t_i is the number of trees in this class.

In Fig. 14 the curves illustrating net stumpage price per cubic meter are calculated for the sale and price system for spruce timber introduced in the south-eastern part of Norway in 1937. Reduced gross stumpage value per cubic meter (gross value minus costs to be apportioned per log) was read for different tree sizes in a diagram by LANGSAETER (1939, page 508). The weighted average net stumpage value was then calculated by using the volume distribution shown in Figs. 11 and 12. The costs deducted (including the log costs) amount to approx. 30, 50 and 70 per cent of the gross stumpage value for a tree 20 cm D.B.H. under bark and height 15 m, which would give one log of 0.2 cubic meter. The calculations are based on a timber price of 15 Norwegian kroner per cubic meter for pulp wood in the basic price class. The corresponding price for saw timber and pulpwood timber measured at top and sold per log is obtained from the basic price table for top-measured timber by adding 75 per cent to the table prices.

Prices for other timber price levels may be obtained by multiplying the price figures in Fig. 14 with the quotient between new and old pulpwood price (provided that the relationship of pulpwood price to the price of top-measured timber remains unchanged).

In Fig. 14 the price is a function of the mean diameter. In Fig. 15 the price is changed into a function of the age (compare GRØN 1943, and GRØN and JØRGENSEN 1948) by means of the relationship between the mean diameter and the age of the stand. From Fig. 15 some conclusions may be drawn regarding the annual increment in value per cubic meter for a normal spruce stand.

Litteratur.

Brantseg, Alf, 1951: Kubikk- og produksjonsundersøkelser i vestnorske granplantninger. Medd. nr. 28 fra Vestlandets Forstlige Forsøksstasjon, Bergen

Cajanus, Werner, 1914: Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Acta forestalia fennica 3. Helsingfors.

Charlier, C. V. L., 1906: Researches into the Theory of Probability. Lunds Universitets årsskrift. Lund.

Charlier, C. V. L., 1931: Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik. Lund.

Eide, Erling, 1923: Kubering av stående skog. II. Granskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 4. Kristiania.

Eide, Erling og Langsæter, Alf 1941: Produksjonsundersøkelser i granskog. Ibid. nr. 26. Oslo.

Fekete, Lajos, 1902: Tanulmány az egykoru lucfenyvesek vastaysági összetételéröl, a Véporhegység alsörendü termöhelyein felvett adatok alapjan. (Studie über die Stammzahlverteilung nach Stärkestufen gleichaltriger Fichtenbestände im Vepor-Gebirge). Erdézeti Kisértek. (Ungarn).

Gram, J. P., 1883: Om Beregning af en Bevoxnings Masse ved Hjælp af Prøvetræer. Tidsskrift for Skovbrug. Bd. 6. Kjøbenhavn.

Grøn, A. Howard, 1943. Skovbrukets Driftsøkonomi. Bd. I. Köbenhavn.

Grøn, A. Hovard og Jørgensen, Frits, 1948: Calculation of Sylvicultural Balance-Numbers. Nordisk Tidsskrift for teknisk Økonomi. København.

Hagelberg, Viktor, 1918: Om massafaktorernas och kubikmassans fördelning kring medelstamman. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift. Stockholm.

Jørgensen, Frits og Hermansen, Niels K. 1950: Skovøkonomiske beregninger II. Dansk Skovforenings Tidsskrift, København.

Kendall, M. G., 1947: The Advanced Theory of Statistics. London.

Langsæter, Alf, 1939: Prisforholdet mellom dimensjonene og kvalitetstilvekst i granskog, Glomma. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen nr. 23, Oslo.

Lönnroth, Erik, 1925: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Acta forestalia fennica 30. Helsingfors.

Näslund, Manfred, 1929: Antalet provträd och höjdkurvans noggrannhet. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt. H. 25. Stockholm.

Näslund, Manfred, 1936: Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Ibid. H. 29. Stockholm.

Schiffel, Adalbert, 1903: Über die gesetzmässigen Beziehungen der Massenfaktoren in normalen Fichtenbeständen. Zentralblatt für das gesamte Forstwesen. (Mitt. aus dem forstl. Versuchswes. Österreichs, H. XXIX. Wien 1904).

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

OLA BØRSET

Undersøkelser over ospetømmer

Investigations on Aspen Logs

Innhold.

Side

Innledning 359

Materialet 360

1. Målingen 360
2. Materialets størrelse og sammensetning 360
3. Beregningsskjemaet 364

Kuberingen 364

1. Seksjonskuberingen 365
2. Midtmålskuberingens nøyaktighet 369
3. Flattrykningens betydning for kuberingsresultatet 374
4. Nedslag av diameteren ved målingen 376
5. Måling utenpå bark 380

Barken 381

1. Barktykkelsen på midten av stokkene 381
2. Barktykkelse og flattrykning 387
3. Barktykkelse i forskjellig avstand fra rotavskjæret 388
4. Barkvolumprosenter 392

Flattrykningen 396

Avsmalningen 402

Toppmåling 406

Sammendrag 416

Investigations on aspen logs 418

Litteratur 422

Innledning.

Det arbeid som herved legges fram, grunner seg på en undersøkelse av ospetømmer som Ingeniør F. H. Frølichs Fond satte i gang sommeren 1945. Hensikten med undersøkelsen var først og fremst å skaffe til veie opplysninger og erfaringstall til nytte ved utarbeiding av måleregler og fastsetting av priser for ospetømmer, i første rekke ospetømmer beregnet på fyrstikkfabrikasjon.

De viktigste spørsmål en hadde for øye ved planleggingen av undersøkelsen, var:

1. Hvor tykk er barken på ospetømmer, og hvordan varierer barktykkelsen med stokkens diameter og lengde? Hvordan avtar barktykkelsen fra rotavskjæret og oppover stokken?

2. Hvor stor er flattrykningen og avsmalningen hos ospetømmer? Er det noen sammenheng mellom disse faktorer og diameter og lengde hos tømmeret?

3. Hvordan virker de under 1 og 2 nevnte faktorer på kuberingsresultatet? Hvor stor feil får en ved midtmålskubering av ospetømmer?

4. Hvor stor kubikkmasse har ospetømmer med kjent lengde og topp-diameter?

Målingsarbeidet ble avsluttet sommeren 1946. Beregningen har strukket seg over et nokså langt tidsrom, da det kun har vært utført som utfylling i det ordinære løpende arbeid.

Det meste av beregningsarbeidet, både sammenstillinger og regresjonsanalyser, er foretatt av forstkandidat Chr. Vinther og skogteknikerne John Aas, Nils Olav Kaasen og Odd Løset.

Norges Landbrukshøgskoles Forskningsfond har gitt økonomisk støtte til beregningsarbeidet.

Materialet.

1. Målingen.

Målingen ble foretatt på A/S Bryn—Halden- og Nitedals Tændstikfabriks tømmervelter på Grønvold, Østre Aker, og Agnes ved Stavern. Tømmeret ble målt straks det kom inn på velta, slik at en kunne skaffe sikre opplysninger om hvor det kom fra. Rotstokker og toppstokker inklusive enkelte midtstokker ble notert for seg. Bultete rotstokker ble ikke tatt med.

Alle stokkene ble seksjonsmålt. Med stålklave ble det målt to kryssvise diametrer på ½, 1½, 2½ osv. meter fra rotavskjæret. Første diameter ble tatt ovenfra (horisontalt), den andre perpendikulært på den første (vertikalt). Hvis stokken på målestedet var abnorm, ble klaven flyttet litt opp eller ned til et sted hvor tverrsnittet var mer normalt, eller om nødvendig ble to diametrer målt, den ene ovenfor, den andre nedenfor det egentlige målested, og midlet av disse notert.

Videre ble på midten og i toppen av hver stokk målt største og minste diameter.

Barken ble målt med barkmåler på de samme steder som diameteren. På hvert måletverrsnitt ble målt to barktykkelser, en i hver måleretning.

Både diameter og barktykkelse ble rundet av til nærmeste hele mm.

Lengden ble notert i hele meter fra 3 til 7. Hvis en stokk var ubrukbar som fyrstikkvirke i full lengde, ble den regnet med så langt den var skikket, og resten ble det sett bort fra.

Unormale stokker, f. eks. med tverrkrok, stygge sår, gankvist eller med stykkevis flattrykt stammetverrsnitt, ble ikke tatt med.

2. Materialets størrelse og sammensetning.

I alt ble målt 54 partier med et stokkantall som varierte fra 5—113. Den helt overveiende del av materialet skriver seg fra Sør-Norge. De resultater som legges fram har derfor gyldighet bare for denne landsdel. Et lite tømmerparti fra Lesja og et fra Snåsa ble sjaltet ut under bearbeidingen, da disse herreder ligger langt utenfor de undersøkte områder for øvrig.

Tabell 1 gir en oversikt over stokkantallets fordeling på

Tabell 1.

Stokkmaterialets fordeling på fylker.

The distribution of sample logs on different counties.

	Rotstokker *Butt logs*	Toppstokker *Top logs*	Sum *Total*
Østlandet: *Eastern Norway*			
Østfold	80	14	94
Akershus	67	43	110
Buskerud	179	89	268
Vestfold	64	30	94
Opland	48	15	63
Hedmark	171	23	194
Sum *Total*	609	214	823
% av det totale antallet % *of total*	41	15	56
Sørlandet: *Southern Norway*			
Telemark	272	115	387
Aust-Agder	191	81	272
Sum *Total*	463	196	659
% av det totale antallet % *of total*	31	13	44
Totalsum *Total*	1 072	410	1 482
% av det totale antallet % *of total*	72	28	100

fylker. Som en ser, er det i alt målt 1 072 rotstokker og 410 toppstokker.

Tabell 2 viser fordelingen på dimensjonsklasser for de to stokkslag. Til å begynne med ble rotstokkene delt i 2 grupper, nemlig Østlandet og Sørlandet. Til Sørlandet ble regnet Telemark og Agder i samsvar med Landsskogtakseringens inndeling. Det viste seg ved beregningene at det ikke var noen merkbar forskjell på tallene for de to områder. Derfor ble alle rotstokkene slått sammen. Det var for øvrig ikke å vente at Sør-

Tabell 2.

Stokkantallet sortert etter lengde og midtdiameter m. b.

The sample logs by length and mid-diameter o. b.

R = rotstokker (*butt logs*). T = toppstokker (*top logs*).

Lengde i m *Length in m*	Stokkslag *Log category*	Diameter m. b. i cm *Diameter o. b. in cm.*																			Sum *Total*
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
	R	3	20	14	18	5	9	17	11	12	8	8	5	1		1	1	5	1		1	140
3	T	6	18	46	29	16	10	13	7	5	3	5	3	2	2	1	1		1			168
	R	1	4	22	31	18	23	28	34	25	24	10	17	12	7	5	6	3	2	4	1	277
4	T	2	14	23	19	21	19	17	10	8	4	1	4	5	3		1	3	1			155
	R	1	2	7	30	37	25	38	31	22	17	12	15	8	10	7	4	4	2			272
5	T		7	7	12	10	9	5	5		1	1	2	2	1							62
	R		2	3	13	36	43	25	23	9	18	8	4	6	4	1	2			2		199
6	T				2	4	2	3	4	1		1	2		1							20
	R			3	10	25	43	32	28	17	9	5	7	2	2		1					184
7	T							2	2	1												5
Alle lengder	R	5	28	49	102	121	143	140	127	85	76	43	48	29	23	14	14	12	5	6	2	1 072
All lengths	T	8	39	76	62	51	40	40	28	15	8	8	11	9	7	1	2	3	2			410
Sum *Total*		13	67	125	164	172	183	180	155	100	84	51	59	38	30	15	16	15	7	6	2	1 482

landet skulle skille seg merkbart ut fra Østlandet, da den største delen av sørlandstømmeret skriver seg fra distrikter som grenser inn til Østlandet.

Middellengden er for hele materialet 4,70 m, for rotstokkene 5,01 m og toppstokkene 3,88 m. Denne middellengden er funnet

Parti nr.: 22 Stokk nr.: 32 Herred: Tangen, Kristian Nordstad Stokkategori: R

Lengde: 5.0

Seksjonsmåling.

Måle-pkt.	Med bark D1	D2	D mid.	G. & K.	Uten bark B1	B2	B1+B2	D. u. b.	G. & K.
0.5	30.6	27.0	28.8	0.0651	10	10	20	26.8	0.0564
1.5	29.3	26.2	27.7	0.0603	8	8	16	26.1	0.0535
2.5	27.1	25.0	26.1	0.0535	7	7	14	24.7	0.0479
3.5	25.5	24.1	24.8	0.0483	6	6	12	23.6	0.0437
4.5	24.5	22.5	23.5	0.0434	6	6	12	22.3	0.0391
5.5									
6.5									
Sum				0.2706					0.2406

Barkprosent: 11.1

Formsiffer:

1. m. b.: 1.29

2. u. b.: 1.32

Toppmåling.

Topp-diam..	Med bark D	K	Uten bark D	K
Maksimum				
« ½ cm. ned				
« 1 cm. ned				
Minimum				
« ½ cm. ned				
« 1 cm. ned				
Middel	23.1	0.2095	21.6	0.1830
« ½ cm. ned				
« 1 cm. ned				

Midtmåling.

Midt-diam.	Med bark D	K	Uten bark D	K	Feilkubering Med bark Abs.	%	Uten bark Abs.	%
Maksimum	27.1	0.2885						
« ½ cm. ned								
« 1 cm. ned	27.0	0.2865						
Minimum	24.9	0.2435	23.5	0.2170				
« ½ cm. ned								
« 1 cm. ned	24.0	0.2260	23.0	0.2075				
Middel	26.0	0.2655	24.6	0.2375	÷5	1.8	÷3	1.2
« ½ cm. ned								
« 1 cm. ned								

Midtdiam.: 24.6 Toppdiam.: 21.6

Avsmalning:

R a. Topp til 0.5 1.1

b. —„— 1.5 1.3

T c. —„— 0.5

Feil, skader:

Rotutsvelning.

Måle-pkt.	D. m. b.	Dobb. bark	D. u. b. cm.	%
0				
0.25				
0.5				
1.5				

Beregnet av:

Kontrollert av:

Fig. 1. Beregningsskjema.

ved å dividere det samlede antall løpende meter i vedkommende gruppe med stokkantallet.

Ved hjelp av samlet volum med bark, treantall og middellengde, er videre middeldiameteren med bark funnet via middelmidtflaten. For hele materialet er middeldiameteren med bark 25,4 cm, for rotstokkene 25,8 cm og for toppstokkene 24,0 cm.

3. Beregningsskjemaet.

Alle observasjoner er ført over på et beregningsskjema (se fig. 1). De fleste utregninger som er foretatt der, går uten videre fram av skjemaet. Barkprosenten er barkvolumet uttrykt i prosent av stokkens totale volum med bark og er regnet ut på grunnlag av seksjonsmålingen (i etterfølgende avsnitt kalt barkvolumprosenten).

Formsifferet (ARCHER 1920) er forholdet mellom stokkens kubikkmasse og den sylinder som svarer til stokkens midlere toppdiameter. Det er regnet ut med og uten bark.

I feltene for toppmåling og midtmåling på beregningsskjemaet er det flere beregningskombinasjoner som i øyeblikket ikke kan ses å ha noen hverken teoretisk eller praktisk interesse. Disse er da heller ikke beregnet.

Kuberingen.

Når ospetømmer omsettes til bruk ved fabrikasjon av tremasse, cellulose eller wallboard, spør en først og fremst etter kubikkmasse uten bark. Et rasjonelt innmålingssystem bør da gi denne kubikkmasse så nøyaktig som mulig.

For finerfabrikasjon, enten fineren skal brukes til framstilling av fyrstikker, finerplater eller til emballasje, stiller saken seg anderledes. Stokken (kabbene) blir dreid opp i tynne flak, og da kan en stort sett ikke nytte veden før en har dreid seg inn til kabbens minste diameter under bark. Riktignok kan en når det gjelder litt større kabber, nytte en del av de usammenhengende flak en får før en når inn til minste diameter, men det meste av dette går som regel til spille. Det beste mål

for utnyttingen til finer ville en altså få ved å gå ut fra minste diameter under bark for de enkelte kabber. De målinger som er foretatt på det materialet som her behandles, kan ikke gi denne »finerkubikkmasse« helt nøyaktig. En kommer vel nærmest det riktige ved å bruke kubikkmasse funnet ved midtmålskubering ved hjelp av minste diameter under bark uten nedslag. Denne kubikkmasse vil dog bli for liten på grunn av den feil som følger med midtmålskuberingen. En kan vel her regne med samme feilprosent som den midtmålskubering under bark ved bruk av middeldiameteren gir i forhold til seksjonsmålingen.

Tabell 3 viser resultatet av de kuberinger som er foretatt. Her er tatt med seksjons- og midtmålskubering, og bare de kombinasjoner av nedslag, bredkant og smalkant med og uten bark som kan tenkes å få betydning i praksis ved utforming av måleregler og ved prisfastsettelser.

1. Seksjonskuberingen.

Rubrikkene 3—4 i tabell 3 gir resultatet av seksjonskuberingen med og uten bark.

HUBERS formel er brukt, da denne er enklest. Ved bruk av *en* meter lange seksjoner, slik som gjort på dette materiale, blir kubikkmassen

$$V = \sum \frac{\pi}{4} D_i^2$$

D_i er den midlere diameter, dvs. $\frac{D_{i1} + D_{i2}}{2}$, på det enkelte målested. Dette er den vanligste og enkleste måten å beregne sirkelflaten på når en har målt to kryssvise diametrer. Hvis en går ut fra at stammetverrsnittet er ellipseformet, gir den nevnte beregningsmåten en liten feil (Se TIRÉN 1929).

Seksjonskuberingens nøyaktighet varierer sterkt med seksjonslengden. Dette går tydelig fram av målinger foretatt av MICHAILOFF (1944) på gran, furu og edelgran. MICHAILOFF har også undersøkt nøyaktigheten av de forskjellige formler for seksjonskubering. Hans undersøkelser viser at HUBERS formel og en meter lange seksjoner gir et fullgodt resultat. Går en ut fra at RIECKES formel $V = \frac{L}{6}(g_o + 4\gamma + g_n)$ med ½ m lange

Tabell 3.

Kubering av osp etter forskjellige metoder (dm³).
Calculation of aspen log volume by various methods.

Diam. m. b. *o. b.* cm	Stokk-antall *Number of logs*	Seksjonsmåling *Sectional measurement of volume*		Midtmåling. *Measuring at middle.*							
				Middeldiameter *Mean diameter*		Smalkant *Short diameter*		Smalkant nedslag *Short diameter with deduction of measure*		Bred-kant *Long diameter*	Bredkant nedslag *Long diam. with deduction of measure*
		m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	m. b. *o. b.*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rotstokker *Butt logs*											
19	5	532	460	521	455	490	422	469	392	554	520
20	28	3220	2775	3080	2667	2857	2451	2705	2326	3324	3152
21	49	7389	6394	7091	6142	6560	5647	6264	5394	7653	7345
22	102	18761	16200	18143	15677	16529	14312	16004	13515	19672	18883
23	121	28713	24660	27579	23833	25466	21838	24334	21007	29824	28777
24	143	37031	31758	36214	31371	33173	28458	32031	27230	39382	38153
25	140	36673	31511	35623	30709	32570	27919	31240	26791	38617	37303
26	127	36028	30847	34790	29966	32100	27530	30906	26471	37484	36373
27	85	24762	21330	23929	20699	21871	18787	21095	18093	26050	25360
28	76	23760	20463	23126	19932	21211	18245	20542	17625	25014	24365
29	43	14010	12084	13625	11796	12582	10832	12239	10446	14698	14288
30	48	16676	14328	16240	14021	14912	12781	14439	12283	17685	17197
31	29	10912	9380	10538	9129	9559	8209	9371	7968	11580	11244
32	23	9501	8093	9324	7924	8615	7291	8331	7025	10043	9778
33	14	5569	4813	5424	4732	4941	4279	4782	4121	5919	5755
34	14	6086	5205	5977	5178	5622	4833	5472	4651	6366	6239
35	12	4619	3986	4513	3900	4100	3549	3986	3479	4905	4799
36	5	2197	1849	2126	1821	2000	1644	1887	1588	2315	2230
37	6	3116	2732	3005	2628	2774	2423	2694	2344	3245	3165
38	2	839	727	803	697	749	648	735	631	855	837
Sum *Total*	1072	290394	249595	281671	243277	258681	222098	249526	213380	305185	295763
Forholdstall		100	86.0	97.0	83.8	89.1	76.5	85.9	73.5	105.1	101.8

Diam. m. b. *o. b.* cm	Stokk-antall *Number of logs*	Seksjonsmåling *Sectional measurement of volume*		Midtmåling. *Measuring at middle.*							
				Middeldiameter *Mean diameter*		Smalkant *Short diameter*		Smalkant nedslag *Short diameter with deduction of measure*		Bred-kant *Long diameter*	Bredkant nedslag *Long diam. with deduction of measure*
		m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	m. b. *o. b.*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Toppstokker *Top logs*											
19	8	771	683	760	673	702	625	661	606	812	768
20	39	4649	4127	4594	4079	4306	3809	4162	3637	4906	4670
21	76	9272	8135	9222	8111	8601	7534	8246	7187	9843	9398
22	62	8920	7850	8846	7810	8293	7280	7942	7023	9424	9089
23	51	8450	7466	8446	7438	7859	6894	7552	6625	9044	8760
24	40	7332	6436	7324	6357	6718	5855	6462	5606	7949	7674
25	40	8095	7082	8066	7053	7395	6448	7144	6200	8730	8435
26	28	6577	5737	6536	5702	6050	5227	5786	5029	7061	6858
27	15	3485	3018	3439	2983	3169	2731	3062	2623	3726	3593
28	8	1862	1609	1840	1590	1728	1499	1677	1433	1916	1906
29	8	1931	1653	1941	1658	1813	1543	1776	1489	2065	2010
30	11	3333	2916	3285	2863	3049	2648	2965	2572	3530	3444
31	9	2692	2377	2711	2395	2525	2222	2472	2166	2894	2834
32	7	2215	1931	2328	2036	2179	1900	2095	1832	2483	2409
33	1	244	213	249	219	228	197	227	185	272	272
34	2	627	544	636	549	601	519	579	495	671	657
35	3	1167	1022	1146	1006	1094	962	1071	926	1195	1155
36	2	684	601	705	620	683	599	657	587	727	708
Sum *Total*	410	72306	63400	72074	63142	66993	58492	64536	56221	77248	74640
Forholdstall		100	87,7	99,7	87,3	92,7	80,9	89,3	77,8	106,8	103,2
Relative fig.		114,0	100	113,7	99,6	105,7	92,3	101,8	88,7	121,8	117,7

Tabell 3 (forts.).

Diam. m. b. *o. b.* cm	Stokk-antall *Number of logs*	Seksjonsmåling *Sectional measurement of volume*		Midtmåling. *Measuring at middle.* Middeldiameter *Mean diameter*		Smalkant *Short diameter*		Smalkant nedslag *Short diameter with deduction of measure*		Bred-kant *Long diameter*	Bredkant nedslag *Long diam. with deduction of measure*
		m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	u. b. *u. b.*	m. b. *o. b.*	m. b. *o. b.*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hele stokkmaterialet *All logs*											
19	13	1303	1143	1281	1128	1192	1047	1130	998	1366	1288
20	67	7869	6902	7674	6746	7163	6260	6867	5963	8230	7822
21	125	16661	14529	16313	14253	15161	13181	14510	12581	17496	16743
22	164	27681	24050	26989	23487	24822	21592	23946	20538	29096	27972
23	172	37163	32126	36025	31271	33325	28729	31886	27632	38868	37537
24	183	44363	38194	43538	37728	39891	34313	38493	32836	47331	45827
25	180	44768	38593	43689	37762	39965	34367	38384	32991	47347	45738
26	155	42605	36584	41326	35668	38150	32757	36692	31500	44545	43231
27	100	28247	24348	27368	23682	25040	21518	24157	20716	29776	28953
28	84	25622	22072	24966	21522	22939	19744	22219	19058	26930	26271
29	51	15941	13737	15566	13454	14395	12375	14015	11935	16763	16298
30	59	20009	17244	19525	16884	17961	15429	17404	14855	21215	20641
31	38	13604	11757	13249	11524	12084	10431	11843	10134	14474	14078
32	30	11716	10024	11652	9960	10794	9191	10426	8857	12526	12187
33	15	5813	5026	5673	4951	5169	4476	5009	4306	6191	6027
34	16	6713	5749	6613	5727	6223	5352	6051	5146	7037	6896
35	15	5786	5008	5659	4906	5194	4511	5057	4405	6100	5954
36	7	2881	2450	2831	2441	2683	2243	2544	2175	3042	2938
37	6	3116	2732	3005	2628	2774	2423	2694	2344	3245	3165
38	2	839	727	803	697	749	648	735	631	855	837
Sum *Total*	1482	362700	312995	353745	306419	325674	280587	314062	269601	382433	370403
Forholdstall		100	86,3	97,5	84,5	89,8	77,4	86,6	74,3	105,4	102,1
Relative fig.		115,9	100	113,0	97,9	104,1	89,6	100,3	86,1	122,2	118,3

seksjoner gir riktig resultat, blir den midlere feil for de undersøkte bartrær ved bruk av HUBERS formel og 1 m lange seksjoner ca. ÷ 1 %.

I den etterfølgende framstilling vil resultatet av seksjonskuberingen, henholdsvis med og uten bark, bli betraktet som »riktig kubikkmasse«. Feilen ved de andre kuberingsmåter vil bli regnet ut i forhold til seksjonsberegnet masse.

Den første diameter ble, som nevnt, målt 0,5 m fra rotavskjæret. Således skulle vel det meste av rotutsvelningen bli med i den seksjonsberegnede kubikkmassen.

2. Midtmålskuberingens nøyaktighet.

Det norske Skogforsøksvesen har undersøkt midtmålskuberingens nøyaktighet for gran- og furutømmer (ARCHER 1920, EIDE 1922, BERGESTAD 1928—30). Til sammenligning med dette ospematerialet refereres etter BERGESTAD (l. c.) tabell 4 som gir en oversikt over de resultater Skogforsøksvesenet har kommet til.

Tabellen viser at bartretømmer som regel blir underkubert ved bruk av midtmåling. Dette gjelder uten unntak for rotstokker, men toppstokker av furu i Sør-Trøndelag og Lågen distrikter er blitt overkubert. Alle de tre nevnte undersøkelser viser at for rotstokkene øker den negative feilen med økende diameter og med avtakende stokklengde. Det er på det nærmeste et lineært samband mellom de tre faktorer (lineær multipel regresjon). At feilen avtar med økende stokklengde antas å henge sammen med rotutsvelningen som for de store lengder blir av forholdsvis mindre betydning. De nevnte undersøkelser tyder på at en vesentlig del av underkuberingen av rotstokker skyldes rotutsvelningen.

For toppstokker fant ARCHER (l. c.) ingen sikker sammenheng mellom midtmålsfeil, diameter og lengde. Han antyder at det synes å være en stigning i feilen med diameteren til et visst punkt, men med synkning igjen for større diametrer. Etter EIDE (l. c.) forholder toppstokkene seg omvendt av rotstokkene. Med stigende diameter avtar først den negative feil, en får overgang til positiv feil som så etter hvert øker. Store lengder gir større »positiv« feil enn små.

Tabell 4.

Gjennomsnittlig »midtmålsfeil« i prosent.

Average mid-measuring error in percentage.
(BERGESTAD 1928—30).

Distrikt *Locality*	Gran *Spruce*		Furu *Pine*		Gran, rot- og toppstokker *Spruce, butt and top logs*	Furu, rot- og toppstokker *Pine, butt and top logs*	Alle stokker *All logs*
	Rot-stokker *Butt logs*	Topp-stokker *Top logs*	Rot-stokker *Butt logs*	Topp-stokker *Top logs*			
Glommen	÷ 2,01	÷ 0,17	÷ 2,10	÷ 0,17			
Drammen	÷ 2,35	÷ 0,17	÷ 2,54	÷ 0,17			
Nord-Trøndelag	÷ 5,10	÷ 0,60			÷ 3,89		
Sør-Trøndelag	÷ 4,50	÷ 0,90	÷ 2,50	+ 0,30	÷ 2,90	÷ 2,48	
Lågen	÷ 4,01	÷ 0,74	÷ 3,48	+ 0,74	÷ 3,23	÷ 2,52	÷ 3,12

Tabell 5.

Prosentisk feil ved midtmålskubering av ospetømmer.

Mid-measuring error (%) in calculation of aspen log volume.

Stokkslag *Log category*	Diameter m. b. *Diameter o. b.*										Lengde m *Length in m.*					
	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30	31—32	33—34	35—36	37—38	3	4	5	6	7	Middel *Mean*
Rotstokker																
Butt logs																
m. b. *o. b.* ..	÷ 4,0	÷ 3,5	÷ 3,0	÷ 3,1	÷ 3,0	÷ 2,7	÷ 2,7	÷ 2,2	÷ 2,7	÷ 3,7	÷ 2,5	÷ 3,2	÷ 2,6	÷ 3,1	÷ 3,4	÷ 3,0
u. b. *u. b.*.....	÷ 3,5	÷ 3,4	÷ 2,2	÷ 2,7	÷ 2,8	÷ 2,3	÷ 2,4	÷ 1,1	÷ 2,0	÷ 3,9	÷ 2,3	÷ 2,8	÷ 2,2	÷ 2,6	÷ 2,7	÷ 2,5
Toppstokker																
Top logs																
m. b. *o. b.* ..	÷ 1,2	÷ 0,7	÷ 0,1	÷ 0,5	÷ 1,3	÷ 0,7	+ 2,7	+ 1,6			+ 0,1	÷ 0,5	+ 0,2	÷ 1,9	÷ 1,1	÷ 0,3
u. b. *u. b.*.....	÷ 1,2	÷ 0,4	÷ 0,8	÷ 0,5	÷ 1,2	÷ 1,1	+ 2,9	+ 1,5	+ 0,2		+ 0,3	÷ 0,9	+ 0,4	÷ 2,3	÷ 1,4	÷ 0,4
Hele materialet																
All logs																
m. b. *o. b.* ..	÷ 2,4	÷ 2,3	÷ 2,4	÷ 2,7	÷ 2,8	÷ 2,4	÷ 1,7	÷ 1,9	÷ 2,1	÷ 3,7	÷ 1,2	÷ 2,3	÷ 2,2	÷ 3,0	÷ 3,3	÷ 2,5
u. b. *u. b.*.....	÷ 2,1	÷ 2,2	÷ 1,9	÷ 2,3	÷ 2,6	÷ 2,1	÷ 1,4	÷ 0,9	÷ 1,5	÷ 3,9	÷ 1,0	÷ 2,2	÷ 1,8	÷ 2,6	÷ 2,7	÷ 2,1

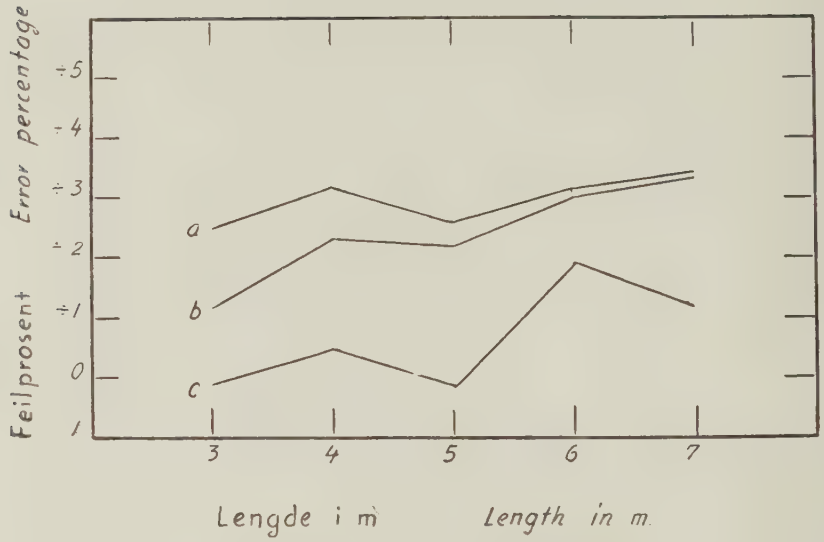


Fig. 2. Den prosentiske feil ved midtmålskubering av osp med bark. *a* = rotstokker, *b* = toppstokker, *c* = hele materialet.

Error (%) *by using mid-measurement in computing volume of aspen logs over bark. a = butt logs, b = top logs, c = all logs.*

For ospetømmer viser rubrikkene 5 og 6 i tabell 3 resultatet av midtmålskuberingen, og tabell 5 viser den prosentiske feil ved denne kuberingsmåte med og uten bark for de forskjellige lengder og diametrer.

Rotstokkene blir i gjennomsnitt underkubert med 3,0 % med bark og med 2,5 % uten bark. Sammenlignet med de nettopp refererte tall for bartrær, viser målingen av ospa en middels stor midtmålsfeil. Den faller nokså nær sammen med gran og furu i Drammensvassdraget.

Noen sikker sammenheng mellom diameter og feilprosent for rotstokker kan en ikke finne hos det undersøkte ospetømmer, slik som tilfelle er for bartretømmer. Derimot synes feilprosenten å minke med avtakende lengde (se fig. 2). Dette er det motsatte av hva som er funnet for bartrær. En sannsynlig forklaring på dette forhold synes å være at rotutsvelningen gjør seg mindre gjeldende hos osp enn hos bartrær. Hvis en nemlig ser bort fra rotutsvelningen, skulle en vente at kuberingen ble nøyaktigere for de korte lengder. Forholdet kan best illustreres

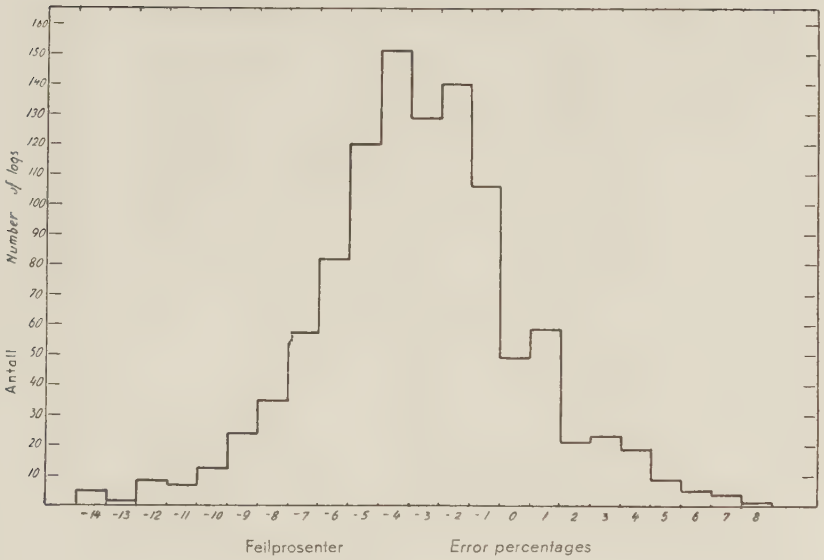


Fig. 3. Fordelingen av feilprosentene ved midtmålskubering. Rotstokker.
Distribution of error percentages by using mid-measuring. Butt logs.

ved å tenke seg en stokk seksjonskubert både ved hjelp av korte og lange seksjoner. En minskning av seksjonslengden vil i høy grad bedre kuberingsresultatet.

Som nevnt blir kuberingsfeilen mindre når en regner med barkfri masse. Dette skyldes antakelig rotutsvelningen. Barktykkelsen øker sterkt i nedre del av ospestokken, så rotutsvelningen blir større, selv relativt, utenpå bark.

Hvis barktykkelsen var konstant i hele stokkens lengde, ville den prosentiske kuberingsfeil øke noe med avtakende diameter, og altså bli større for tømmer uten bark enn med. Dette kan lett vises ved å gå ut fra en stokk med kjegleform. For en slik blir feilprosenten med midtkubering

$$P = \frac{25\,(D-d)^2}{D^2+d^2+Dd}$$

Her betegner D diameter i rota, og d diameter i toppen. En kan sette inn verdier for stokker med og uten bark. Telleren blir for konstant barktykkelse konstant med og uten bark, mens derimot nevneren blir større for tømmer med bark enn uten.

Toppstokkene viser jevnt over mindre prosentiske feil, men variasjonen er ganske stor. De fleste feil er negative, men det forekommer også mange positive. Det ser ut som om feilen tiltar svakt i positiv retning med økende diameter. For toppstokkene blir feilprosenten praktisk talt den samme med og uten bark, ÷ 0,3 og ÷ 0,4 %. For hele materialet er midtmålsfeilen ÷ 2,5 % med bark og ÷ 2,1 % uten bark.

Histogrammet (fig. 3) viser frekvensene for de forskjellige feilprosenter for rotstokker. Den hyppigste er ÷ 4. Feilprosentenes variasjonsvidde er ÷ 14 til + 8.

3. Flattrykningens betydning for kuberingsresultatet.

Tømmerets flattrykning vil bli drøftet nærmere i et annet avsnitt. Her skal bare tas med virkningen på kuberingen.

Med flattrykning forstås her differensen mellom den midlere diameter og diameteren på smalkant.

I tabell 3 viser rubrikkene 7 og 8 resultatet av kubering ved bruk av minste diameter på midten henholdsvis med og uten bark. De observerte diametrer i mm er brukt uten nedslag. For hele stokkmaterialet gir kubering ved bruk av smalkant 89,8 % av den seksjonsmålte kubikkmasse med bark og 89,6 %

Tabell 6.

Volum ved kubering etter minste diameter på midten, uttrykt i prosent av volumet etter midlere midtdiameter. (Virkningen av flattrykningen).

Volume calculated by using short diameter at middle, in percentage of volume found by using mean diameter at middle. (The effect of eccentricity).

Stokkslag *Log category*	Med bark *Over bark*	Uten bark *Under bark*
Rotstokker *Butt logs*	91,8	91,3
Toppstokker *Top logs*	93,0	92,6
Hele materialet *All logs*	92,1	91,6

uten bark. For rotstokkene ligger de tilsvarende prosenter noe lavere, for toppstokker noe høyere.

Det beste uttrykk for selve flattrykningens betydning får en imidlertid ved å sammenligne midtmålskubering ved bruk av middeldiameter og ved bruk av minste diameter. Dette framgår av tabell 6, som viser at en »mister« ca. 8 % av kubikkmassen ved å måle på smalkant. Dette synes å være temmelig meget og tyder på at ospetømmer er mer flattrykt enn bartretømmer. SOLBRAA (1939) fant for sitt undersøkte granmateriale i gjennomsnitt at måling på bredkant ga 4,5 % større kubikkmasse enn på middels kant, og i Praktisk Skogshandbok s. 139 nevnes samme tall som det SOLBRAA kom til.

Landbruksdepartementets Tømmersvinnkomité (1944) refererer følgende tall for flattrykningens betydning for kubering av gran. Målingen er utført av Det norske Skogforsøksvesen på gran fra Skasen og Flisa.

Diameter	< 10	10—15	15—20	20—25	> 25
Overkubering %	4,9	4,7	4,9	5,2	6,2
Antall stokker	51	2271	1671	370	155

Som en ser, er det her en tydelig stigning i feilprosenten med økende diameter. Det samme er tilfelle med et annet tømmerparti, 1450 stk. gran fra Vermundsjøen, undersøkt av Skogforsøksvesenet.

En slik stigning i feilprosenten kan ikke påvises i det undersøkte ospematerialet. Dette framgår av nedenstående tall.

Diameter	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Overkubering	7,2	8,1	9,1	8,2	8,3	8,6	7,7	6,5	8,1	7,0

Etter beregninger referert s. 396 og flg. viser det seg at flattrykningen (Δf) uttrykt i forhold til diameteren er praktisk talt konstant (ca. 4,3 % for hele materialet). Kaller en denne konstant k, får en

$$\Delta f = \frac{D\,k}{100}$$

og feilprosenten ved kuberingen (P_f):

$$P_f = \frac{D^2 - (D - \Delta f)^2}{D^2} \, 100$$

Ved å sette inn i siste formel uttrykket for Δf, kommer en etter forenkling av uttrykket til

$$P_f = 2\,k - \frac{k^2}{100}$$

Settes her k lik 4,3, får en at P_f blir 8,4 %. Som en ser, stemmer dette tallet med den gjennomsnittlige feilprosent for hele materialet.

Som nevnt er det for flere avtakere av osp aktuelt å beregne kubikkmassen etter minste diameter under bark, helst med seksjonsvis varierende diameter. Ved å øke tallene i rubrikk 8 tabell 3 med en prosentsats som svarer til midtmålsfeilen, skulle en komme den søkte kubikkmasse temmelig nær.

Rubrikk 11, tabell 3, viser kubikkmassen ved bruk av største diameter med bark uten nedslag. Denne kubikkmassen ligger noe mer *over* »middelmidtmålsmassen« enn »smalkantmassen« ligger *under*. De tilsvarende gjennomsnittsdiametrer ligger helt symmetrisk, men på grunn av kvadreringen blir det en liten forskyvning i den nevnte retning.

Kubikkmassen funnet etter bredkant, kan ha en viss betydning i tilfelle det skulle bli aktuelt å måle tømmeret på fallende kant. En må da regne med at tømmeret blir spesielt tillagt for måling, og at en vesentlig del av bredkanten kommer med i målingen. For bartretømmer regner en at 70—75 % av bredkanten blir utnyttet ved tillegging for måling.

4. Nedslag av diameteren ved målingen.

Da det er vanlig med nedslag til nærmeste hele cm ved måling av ospetømmer, er også denne beregningsmåte tatt med i den oversikt som tabell 3 gir. I rubrikk 10 finner en her de minste av alle kubikktall, dvs. de som kommer fram ved bruk av minste diameter under bark med nedslag til nærmeste hele cm. For rotstokker får en 85,5 % av seksjonsmålt netto vedmasse, for toppstokker 88,7 % og for hele materialet 86,1 %.

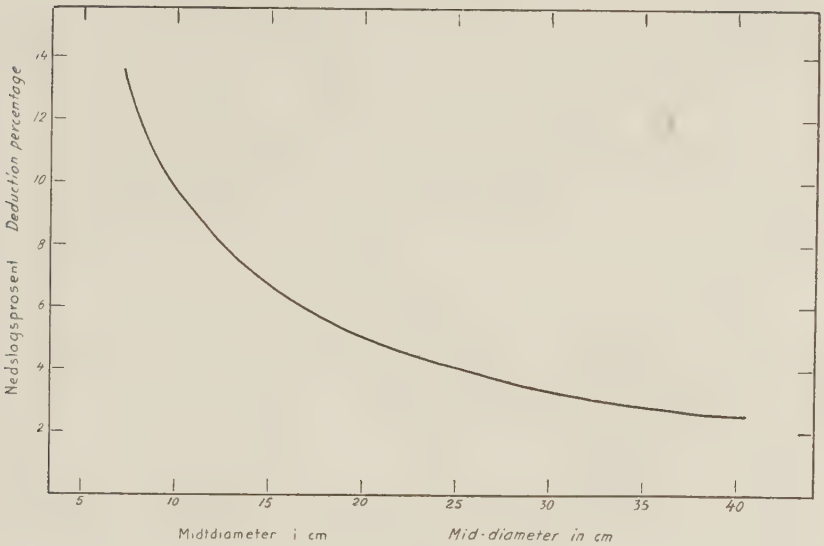


Fig. 4. Nedslagsprosentens avhengighet av diameteren.
The relation of deduction percentage to diameter.

Kaller en den virkelige diameter D og nedslagsintervallet ΔD, kan nedslagsprosenten P_n beregnes slik:

$$P_n = \left[1 - \frac{\left(D - \frac{\Delta D}{2}\right)^2}{D^2}\right] 100$$

Ved forenkling av ovenstående uttrykk til

$$P_n = \left[\frac{\Delta D}{D} - \frac{(\Delta D)^2}{4\,D^2}\right] 100$$

hvor ΔD er konstant, ser en at nedslagsprosenten P_n avtar med stigende diameter (se fig. 4).

Hvis en har målt inn kubikkmassen etter nedslått diameter (v) og ønsker å finne midtmålt kubikkmasse uten nedslag (V), kan en beregne en korreksjonsfaktor slik:

$$k = \frac{V}{v} = \left(\frac{d + \frac{\Delta D}{2}}{d}\right)^2$$

Tabell 7.

Faktor for korreksjon av kubikkmasse funnet ved nedslag av diameteren.

Factor for correction of volume found by using deducted diameter.

Måleenhet *Measure unit*	Diameter målt til cm *Measured diameter*				
	20	25	30	35	40
	Korreksjonsfaktor *Correction factor*				
Hele cm *One cm* ..	1,051	1,041	1,034	1,029	1,025
Halve cm ½ *cm* ..	1,025	1,020	1,016	1,015	1,012

Her betyr *d* den nedslåtte diameter. Tabell 7 viser slike korreksjonsfaktorer for en del diametrer, med nedslag til nærmeste hele og halve cm.

Det observerte gjennomsnittlige nedslag for dette ospeparti kan beregnes for de forskjellige stokkslag ut fra middeldiametrene ved smalkantmåling uten nedslag og smalkantmåling med nedslag. Stokkantall og kubikkmasse fins i tabell 3, og middellengdene er referert s. 363.

Resultatet av beregningen ses av tabell 8.

En ser at tallene ligger noe under den ventede verdi, 0,5 cm.

Ved hjelp av kubikkmasse uten bark funnet ved måling

Tabell 8.

Gjennomsnittlig nedslag minste kant (i cm).

Average deduction short diameter (cm).

Stokkslag *Log category*	Med bark *Over bark*	Uten bark *Under bark*
Rotstokker *Butt logs*	0,44	0,46
Toppstokker *Top logs*	0,43	0,42
Hele materialet *All logs*	0,44	0,45

Tabell 9.

Flattrykningens og nedslagets betydning for kuberingen. Midtmåling er satt til 100.

The effect of eccentricity and measure deduction on volume calculation. Measuring at middle is set at 100.

Diam. u.b. *u. b.*	Midtmåling *Measuring at middle*	Flattrykning *Eccentricity* %	Nedslag *Measure deduction* %	Innmålt kubikk-masse *Volume measured*	Tilnærmet nyttbart kvantum *Usable volume, approximately*
20	100	8,3	4,8	86,9	93,7
25	100	8,4	4,1	87,5	93,6
30	100	8,5	3,4	88,1	93,5
35	100	8,6	2,8	88,6	93,4
40	100	8,6	2,5	88,9	93,4

på smalkant med og uten nedslag (rubrikk 10 og 8, tabell 3), kan en beregne nedslagets prosentiske størrelse. Det blir likt for rot- og toppstokker, nemlig 3,9 %.

I tabell 9 er satt opp som relative tall virkningen av måling på smalkant med nedslag. Flattrykningen er funnet ved hjelp av funksjonen utledet på side 399. Nedslaget er satt til dets teoretiske verdi, 0,5 cm. I nest siste rubrikk får en kubikk-innholdet ved måling på smalkant innenfor bark med nedslag til nærmeste hele cm uttrykt i prosent av midtmålt kubikk-masse uten bark.

Denne kubikkmasse er imidlertid ikke noe rasjonelt uttrykk for det som kan nyttes av et tømmerparti ved finerfabrikasjon. Som nevnt tidligere vil en komme nyttbart kvantum nærmest ved å gå ut fra kubikkmasse funnet ved bruk av minste midtdiameter uten nedslag, men med korreksjon for midtmålsfeil, som for dette materialet er funnet å være $\div$ 2,1 % i gjennomsnitt ved måling under bark. Siste rubrikk i tabell 9 gir relativtall for dette nyttbare kvantum, uttrykt i forhold til midtmålt kubikkmasse.

Når det her tales om nyttbart kvantum, er det regnet som om tømmeret var feilfritt. Den virkelige utnyttelse blir selvsagt atskillig mindre på grunn av kvist og andre feil ved tømmeret.

5. Måling utenpå bark.

Ospetømmer som skal brukes til finer, må leveres med barken på. For eksempel til fyrstikkfabrikasjon tåles ikke engang barking på det sted hvor diameteren skal måles. For da å få tak i diameter under bark, må en bruke barkmåler. Dette er ganske besværlig, og i praksis blir det ofte til at en måler utenpå barken og gjør et skjønnsmessig fradrag. En slik framgangsmåte er imidlertid lite tilfredsstillende. Skogeierne vet ikke hvor meget måleren kommer til å trekke for bark og kan således vanskelig legge ut stokken slik at den gir størst mulig utbytte.

En kunne unngå disse vanskeligheter ved å måle tømmeret utenpå bark. Hvis barken var noenlunde ensartet for de forskjellige partier, ville ikke måling utenpå bark føre med seg større ulemper. En kunne stipulere en ny pris etter måling utenpå barken. Imidlertid er det stor forskjell på barktykkelsen. Måling utenpå bark vil derfor føre til at tykkbarket tømmer blir for godt betalt på bekostning av det tynnbarkete. Om ulempene ved måling utenpå bark er større enn fordelene, er ikke godt å si. Skulle en imidlertid gå over til måling utenpå bark, viser tabell 3 at måling på smalkant utenpå bark med nedslag praktisk talt gir samme resultat som seksjonskubering uten bark. For rotstokkene er det på dette punkt full overensstemmelse (100,0 %), for toppstokkene er prosenten for kubering med bark 101,8, og for hele materialet 100,3 %.

Fordelene ved en slik målemetode er at skjønnet helt elimineres. Selgeren vet nøyaktig hva stokkene blir målt til og kan langt bedre nytte ut prisklassene ved kappingen.

Det kan kanskje i blant være litt besværlig for måleren å finne minste diameter, men som oftest går det lett ved å føre klaven rundt.

Barken.

1. Barktykkelsen på midten av stokkene.

Som nevnt foran er barktykkelsen målt på midten av hver stokk i to retninger, perpendikulært på hverandre. Midlet av disse mål er brukt i den videre framstilling her. Tabell 10 gir en oversikt over dobbel barktykkelse, med spredning og variasjonsvidde.

Tabell 10.

Dobbel barktykkelse i mm.

Twice bark thickness in mm.

Materiale *Log category*	Middel *Mean*	Spredning *Standard deviation*	Variasjonsvidde *Range of variation*
Rotstokker *Butt logs*	18,3	4,72	7—36
Toppstokker *Top logs*	15,1	4,43	6—37
Hele materialet ..... *All logs*	17,4	4,86	6—37

Stokkmaterialet er sortert i 3 hovedgrupper, rotstokker (1072), toppstokker (410) og hele materialet (1482). For hver av disse gruppene er så funnet utjevningsfunksjoner for dobbel barktykkelse. Ved utregning av kvadratsummer og kryssprodukter er brukt klasseinndeling for diameter (en cm). Noen korreksjon for dette er ikke foretatt.

Som symboler er brukt:

B = dobbel barktykkelse på midten av stokken (mm)
D = middeldiameter med bark på midten av stokken (cm)
L = stokklengde (m)

Ved utjevning er disse funksjoner forsøkt:

$$B = a + b_1 D \quad (1)$$
$$B = a + b_2 L \quad (2)$$
$$B = a + b_1 D + b_2 L \quad (3)$$
$$B = a + b_1 D + b_3 D^2 \quad (4)$$
$$B = a + b_1 D + b_2 L + b_3 D^2 \quad (5)$$

Tabell 11.

Resultatet av foretatte utjevninger av barktykkelsen.
Regression analysis for bark thickness.

Ligning nr. *Equation No.*	Konstant *Constant term* a	Regresjonskoeffisient for *Regression coefficients for* D	L	D^2	S	r (R)
		Rotstokker n = 1 072 *Butt logs*				
1	0,65	0,688 ± 0,036			4,07	0,507
2	20,47		÷ 0,432 ± 0,112		4,69	÷ 0,118
3	2,92	0,692 ± 0,035	÷ 0,474 ± 0,096		4,03	0,523
4	÷ 4,79	1,105 ± 0,036		÷ 0,008 ± 0,008	4,08	0,507
5	÷ 9,61	1,654 ± 0,035	÷ 0,529 ± 0,099	÷ 0,018 ± 0,008	4,02	0,526
		Toppstokker n = 410 *Top logs*				
1	÷ 3,44	0,781 ± 0,053			3,58	0,591
2	14,07		0,261 ± 0,226		4,43	0,054
3	÷ 2,87	0,790 ± 0,053	÷ 0,205 ± 0,194		3,58	0,593
4	÷ 11,54	1,424 ± 0,059		÷ 0,012 ± 0,011	3,51	0,593
5	÷ 12,59	1,582 ± 0,060	÷ 0,253 ± 0,198	÷ 0,015 ± 0,011	3,58	0,595
		Hele materialet n = 1 482 *All logs*				
1	÷ 1,92	0,769 ± 0,029			4.02	0,562
2	16,64		0,164 ± 0,097		4,86	0,044
3	÷ 1,66	0,772 ± 0,030	÷ 0,069 ± 0,081		4,02	0,562
4	÷ 15,15	1,782 ± 0,030		÷ 0,019 ± 0,006	4,01	0,566
5	÷ 16,90	1,965 ± 0,029	÷ 0,153 ± 0,084	÷ 0,022 ± 0,006	4,01	0,567

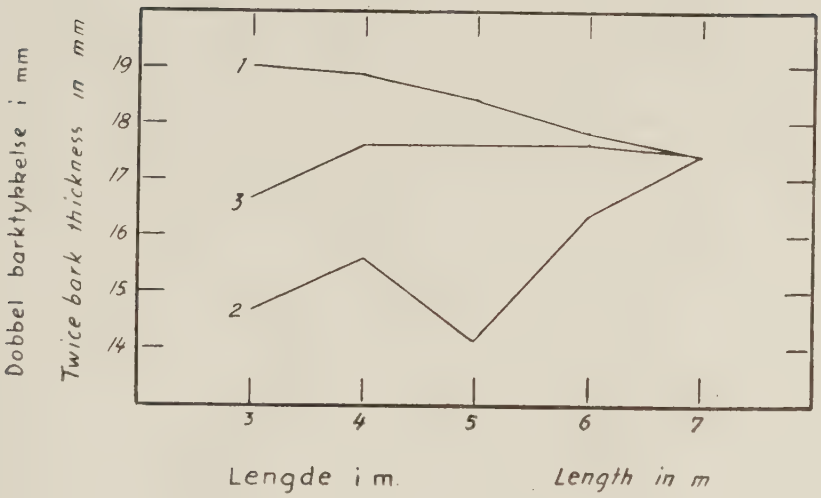


Fig. 5. Sammenhengen mellom barktykkelse og lengde.
1 = rotstokker, 2 = toppstokker, 3 = hele materialet.
The relation of bark thickness to log length.
1 = butt logs, 2 = top logs, 3 = all logs.

I tabell 11 som gir resultatet av de utførte utjevninger, betegner S spredning omkring utjevningsfunksjonen, r enkel korrelasjonskoeffisient og R multipel korrelasjonskoeffisient eller korrelasjonsindeks for krumlinjet regresjon.

En kan av tallene i tabell 11 slutte at lengden har liten virkning på barktykkelsen. For rotstokker er det en svak, men sikker negativ korrelasjon, barktykkelsen avtar med stigende lengde (se fig. 5). Dette er forsåvidt ikke så overraskende. Det er rimelig at en for de større lengder i høyere grad kommer ovenfor den oppsprukne barken med målestedet enn for de små. For toppstokkene er det ingen sikker korrelasjon.

Som rimelig kan være, øker barktykkelsen med økende diameter. En grafisk framstilling syntes å tyde på at sambandet ikke var rettlinjet. Derfor ble funksjon 4 prøvd, men svært lite ble oppnådd ved det; for hele materialet sank spredningen omkring funksjonen fra 4,02 til 4,01.

Funksjonen for barktykkelsen med diameteren som fri variabel blir etter tabell 11 for hele materialet

$$B = -15{,}15 + 1{,}782\ D - 0{,}019\ D^2$$

Tabell 12.

Dobbel barktykkelse i mm. Etter funksjon 4, tabell 11.

Twice bark thickness in mm. After Equation 4, Tab. 11.

Midtdiam. m. b. *Mid-diameter o. b.*	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Rotstokker *Butt logs* ..	13,3	14,1	14,9	15,7	16,4	17,2	17,9	18,6	19,3	20,0	20,7	21,3	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	24,9	25,5	26,0
Toppstokker *Top logs* ..	11,0	12,0	12,9	13,8	14,6	15,5	16,3	17,1	17,8	18,6	19,3	20,0	20,6	21,3	21,9	22,5	23,0	23,6		
Hele materialet *All logs* ..	11,9	12,9	13,9	14,9	15,8	16,7	17,5	18,4	19,1	19,9	20,6	21,2	21,9	22,4	23,0	23,5	24,0	24,4	24,8	25,2

Tabell 13.

Dobbel barktykkelse i mm. Rotstokker. Funksjon 5, tabell 11.

Twice bark thickness. Butt logs. Equation 5, Tab. 11.

Lengde i m *Length in m*	Midtdiameter m. b. *Mid-diameter o. b.*																			
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
3,0	13,8	14,8	15,7	16,6	17,5	18,3	19,1	19,8	20,5	21,2	21,9	22,5	23,0	23,6	24,1	24,5	25,0	25,4	25,7	26,1
3,5	13,6	14,6	15,5	16,3	17,2	18,1	18,8	19,6	20,3	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	23,9	24,3	24,8	25,1	25,5	25,8
4,0	13,3	14,3	15,2	16,0	16,9	17,8	18,5	19,3	20,0	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,6	24,0	24,5	24,8	25,2	25,5
4,5	13,1	14,0	15,0	15,8	16,7	17,5	18,3	19,1	19,8	20,5	21,1	21,7	22,3	22,8	23,3	23,8	24,2	24,6	25,0	25,3
5,0	12,8	13,7	14,7	15,6	16,4	17,2	18,0	18,8	19,5	20,2	20,8	21,4	22,0	22,5	23,0	23,5	23,9	24,3	24,7	25,0
5,5	12,5	13,5	14,4	15,3	16,2	17,0	17,8	18,5	19,3	19,9	20,6	21,2	21,8	22,3	22,8	23,3	23,7	24,1	24,4	24,8
6,0	12,2	13,2	14,1	15,0	15,9	16,7	17,5	18,2	19,0	19,6	20,3	20,9	21,5	22,0	22,5	23.0	23,4	23,8	24,1	24,5
6,5	12,0	13,0	13,9	14,8	15,7	16,5	17,3	18,0	18,7	19,4	20,0	20,7	21,2	21,8	22,3	22,7	23,2	23,6	23,9	24,2
7,0	11,7	12,7	13,6	14,5	15,4	16,2	17,0	17,7	18,4	19,1	19,7	20,4	20,9	21,5	22,0	22,4	22,9	23,3	23,6	23,9

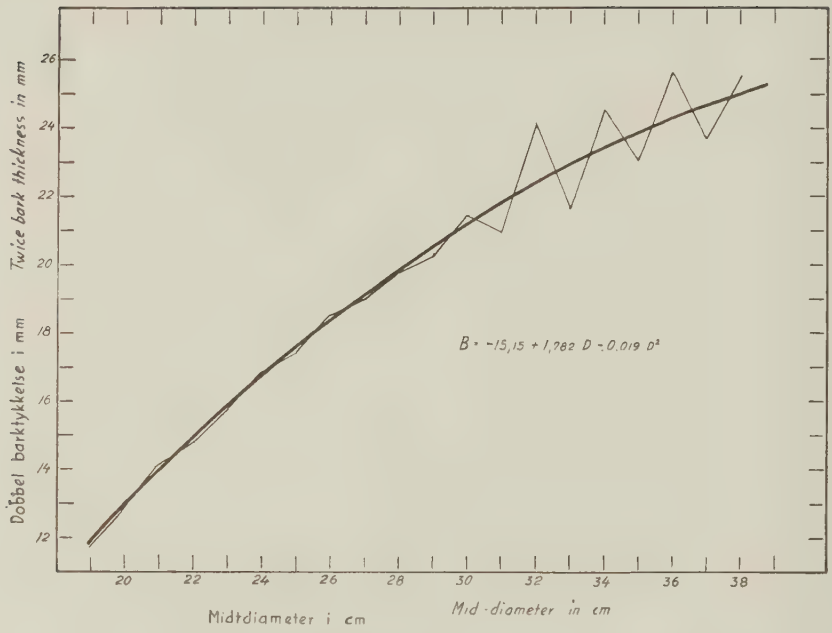


Fig. 6. Sambandet mellom barktykkelsen og midtdiameter. Hele materialet.

The relation of bark thickness to mid-diameter. All logs.

Fig. 6 viser denne funksjon framstilt grafisk. Som en ser, er sammenhengen mellom beregnet funksjon og observerte verdier ganske god.

Tabell 12 gir dobbel barktykkelse etter funksjon 4.

Den beste utjevning av materialet får en imidlertid etter funksjon 5 hvor også lengden av stokkene går inn. Denne funksjon gir en korrelasjonsindeks på 0,57 og spredningen om utjevningsfunksjonen bringes ned til 4,0 mm. 32,2 % av totalvariasjonen i B kan i dette tilfelle henføres til regresjonen.

For hele materialet blir funksjon 5:

$$B = -16{,}90 + 1{,}965\ D - 0{,}153\ L - 0{,}022\ D^2$$

I tabell 13 finner en barktykkelser etter funksjon 5 for rotstokker, og fig. 7 viser funksjonen for rotstokker grafisk framstilt.

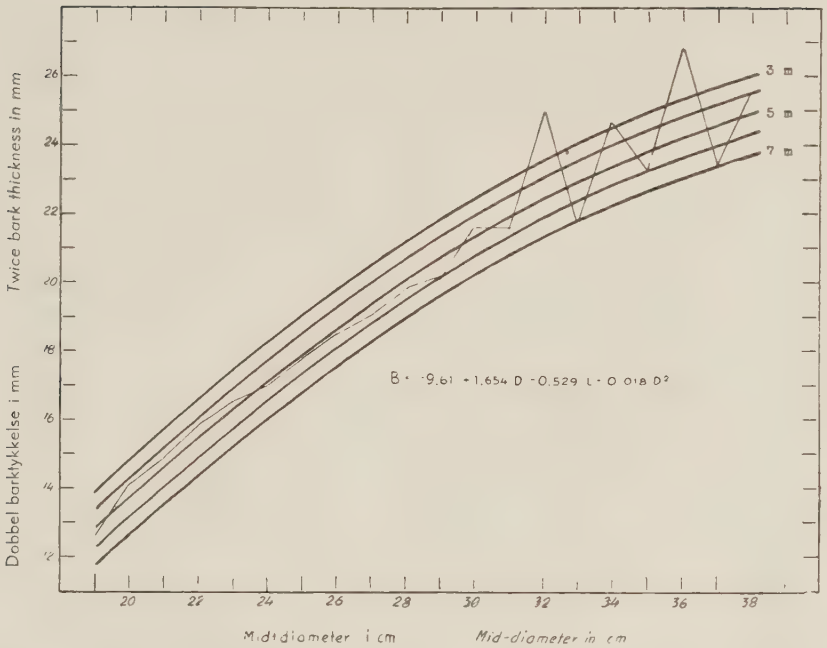


Fig. 7. Sambandet mellom barktykkelse, diameter og lengde. Rotstokker.
The relation of bark thickness to diameter by lengths. Butt logs.

2. Barktykkelse og flattrykning.

Et spørsmål som en iblant blir stilt overfor, er hvordan barktykkelsen forholder seg til største og minste diameter på et stammetverrsnitt. Dette er undersøkt på det foreliggende materialet.

Under sammenstillingen av materialet var det ikke mulig å påvise noen forskjell mellom de enkelte diameterklasser på dette punkt. Derfor ble alle observasjonene slått sammen, og den midlere barktykkelse på største og minste kant regnet ut.

Resultatet av beregningen framgår av tabell 14.

Det er ingen signifikant forskjell mellom barktykkelse på bredkant og smalkant for det undersøkte materialet (uoverensstemmelsen mellom middeltallene for barktykkelsen i tabell 10 og tabell 14, skyldes at tallene i tabell 14 er framkommet ved en avrunding som sparte en del arbeid og som er uten betydning for sammenligningen).

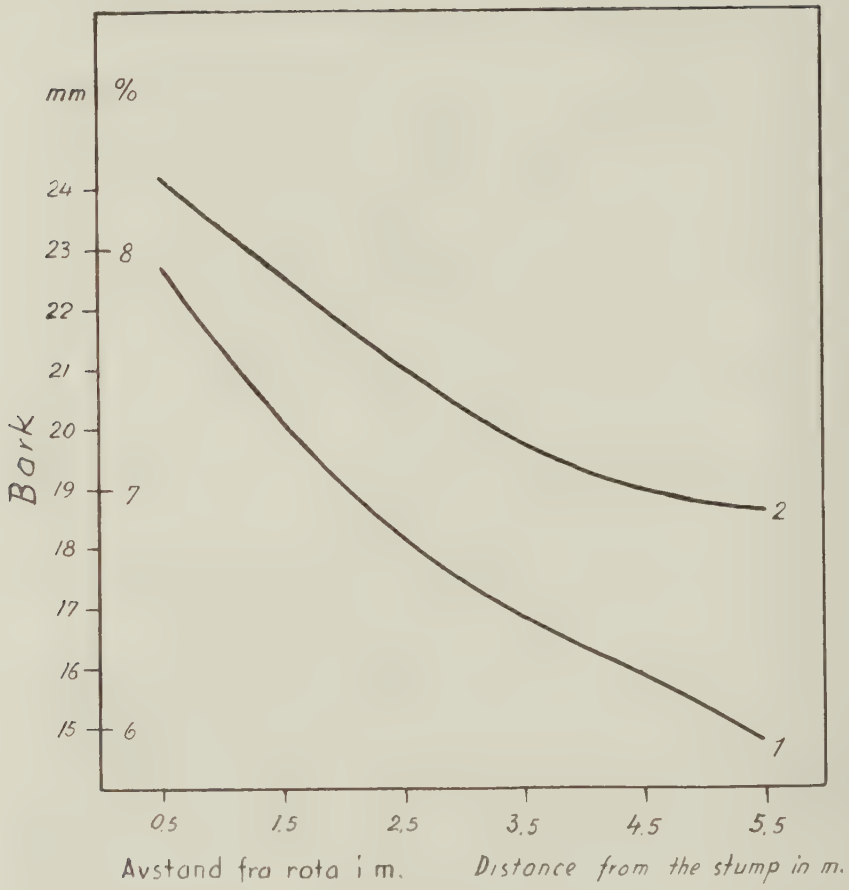


Fig. 8. Dobbel barktykkelse i forskjellig avstand fra rotavskjæret (diameterklassen 24 cm). 1 = barktykkelsen i mm, 2 = barktykkelsen i % av diameteren.

Twice bark thickness at different heights from the stump (diameter 24 cm). 1 = bark thickness in mm, 2 = bark thickness in % of the diameter.

3. Barktykkelsen i forskjellig avstand fra rotavskjæret.

For å få rede på hvordan barktykkelsen avtar oppover stammen fra rotavskjæret, ble alle 6 m lange rotstokker undersøkt for 2 diameterklassers vedkommende. Den ene klassen omfattet stokker som var 24 cm med bark på midten, den andre alle stokker fra 29 til 31 cm.

Tabell 14.

Barktykkelse og flattrykning.

Bark thickness and log eccentricity.

Stokkslag *Log category*	Rotstokker *Butt logs*	Toppstokker *Top logs*
Bredkant *Long diameter*	18,542 ± 0,151	15,388 ± 0,218
Smalkant *Short diameter*	18,551 ± 0,147	15,467 ± 0,214

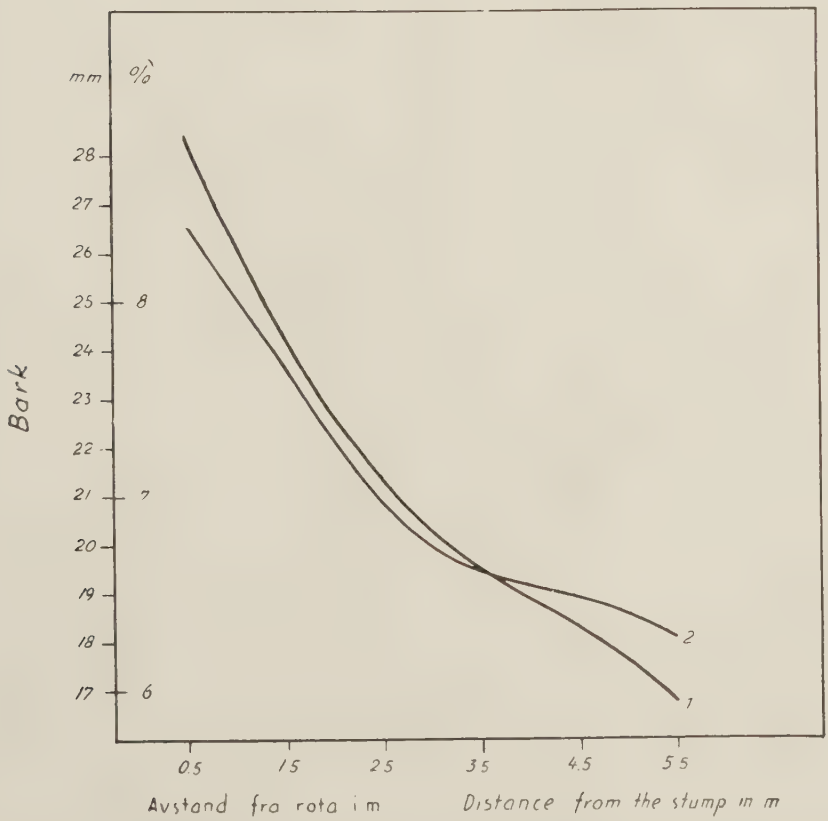


Fig. 9. Dobbel barktykkelse i forskjellig avstand fra rotavskjæret (diameterklassen 30 cm). 1 = barktykkelsen i mm, 2 = barktykkelsen i % av diameteren.

Twice bark thickness at different heights from the stump (diameter 30 cm). 1 = bark thickness in mm, 2 = bark thickness in % of the diameter.

Tabell 15.

Barktykkelsen i forskjellig avstand fra rotavskjæret.

Bark thickness at different heights from the stump.

Middel-midt-diam. m. b. *Mean diam. at middle o. b.*	0,5 m			1,5 m			2,5 m			3,5 m			4,5 m			5,5 m		
	Diam. m. b. *o. b.* cm	Bark		Diam. m. b. *o. b.* cm	Bark		Diam. m. b. *o. b.* cm	Bark		Diam. m. b. *o. b.* cm	Bark		Diam. m. b. *o. b.* cm	Bark		Diam. m. b. *o. b.* cm	Bark	
		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%
24 cm	27,3	22,7	8,3	25,5	20,2	7,9	24,3	18,3	7,5	23,4	16,8	7,2	22,7	15,9	7,0	21,6	14,9	6,9
30 cm	34,2	28,6	8,4	31,8	24,4	7,7	30,5	21,4	7,0	29,3	19,5	6,6	28,3	18,3	6,5	27,0	16,9	6,3

Resultatet går fram av tabell 15 og figurene 8 og 9. Med prosent forstås her dobbel barktykkelse i prosent av den tilhørende diameter med bark. Som en ser, avtar denne prosent ganske jevnt oppover stammen. For diameter 24 cm er den på 0,5 m 8,3 og på 5,5 m 6,9.

Tabell 16.

Barkvolumprosenter.

Bark percentage of total volume.

Diam. m.b. *Diam. o.b.*	Virkelig barkvolumprosent *The true bark %*			Barkvolumprosent etter midtkubering *Bark % found by measuring at middle*		
	Rot-stokker *Butt logs*	Topp-stokker *Top logs*	Hele materialet *All logs*	Rot-stokker *Butt logs*	Topp-stokker *Top logs*	Hele materialet *All logs*
19	13,5	11,4	12,3	12,7	11,4	11,9
20	13,8	11,2	12,8	13,4	11,2	12,1
21	13,5	12,3	12,8	13,4	12,0	12,6
22	13,7	12,0	13,1	13,6	11,7	13,0
23	14,1	11,6	13,6	13,6	11,9	13,2
24	14,2	12,2	13,9	13,4	13,2	13,3
25	14,1	12,5	13,8	13,8	12,6	13,6
26	14,4	12,8	14,1	13,9	12,8	13,7
27	13,9	13,4	13,8	13,5	13,3	13,5
28	13,8	13,6	13,9	13,8	13,6	13,8
29	13,7	14,4	13,8	13,4	14,6	13,6
30	14,1	12,5	13,8	13,7	12,8	13,5
31	14,0	11,7	13,6	13,4	11,8	13,0
32	14,8	12,8	14,4	15,0	12,5	14,5
33	13,6	12,8	13,5	12,8	12,0	12,7
34	14,5	13,2	14,4	13,4	13,7	13,4
35	13,7	12,4	13,4	13,6	12,2	13,3
36	15,8	12,1	15,0	14,3	12,1	13,8
37	12,3		12,3	12,5		12,5
38	13,3		13,3	13,2		13,2
Middel *Mean*	14,1	12,4	13,7	13,7	12,4	13,4

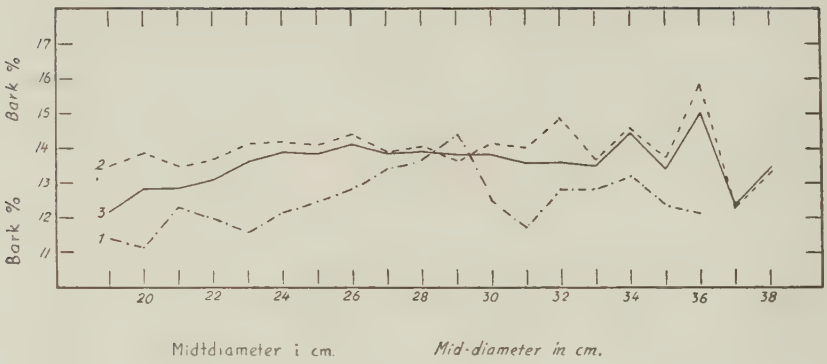


Fig. 10. Sambandet mellom barkvolumprosent og midtdiameter. 1 = toppstokker, 2 = rotstokker, 3 = hele materialet.

The relation of bark percentage to mid-diameter. 1 = top logs, 2 = butt logs, 3 = all logs.

For gran regner en at denne »barkprosent« er nesten konstant et godt stykke oppover stammen, mens den avtar for furu. Ospa ligger sannsynligvis på dette punkt mellom gran og furu. Det kan hos osp være en ganske skarp overgang fra den typiske skorpebark nederst på stammen til den glatte, grønne bark lenger oppe.

4. Barkvolumprosenter.

Med barkvolumprosent forstås her barkens volum uttrykt i prosent av kubikkmassen med bark.

På grunnlag av seksjonsmåling med og uten bark (se tabell 3) kan en finne den virkelige barkvolumprosent for de enkelte diameterklasser, se tabell 16 og fig. 10.

Det er muligens en liten stigning i barkvolumprosentene med stigende diameter, men den er ytterst svak.

I tabell 16 også tatt med barkvolumprosenter funnet som differens mellom midtmålskubering med og uten bark.

For rotstokkene ligger prosentene beregnet på denne måte i gjennomsnitt 0,4 enheter under de virkelige prosenter. Denne forskjell skyldes nok for størstedelen skorpebarken nederst på stokkene. For toppstokkene er de to prosenter like store.

Barkvolumprosentene for de enkelte stokker er også stilt sammen, og middeltall, spredning og variasjonsvidde er satt

Tabell 17.

Virkelig barkvolumprosent (B_v) og barkvolumprosent etter midtmålskubering (B_m).

The actual bark percentage (B_v) and bark percentage found by measuring at middle (B_m).

Materiale *Log category*	Middel *Mean*		Spredning *Standard deviation*		Variasjonsvidde *Range of variation*		Ligning *Equation*
	B_v	B_m	B_v	B_m	B_v	B_m	
Rotstokker *Butt logs*	14,2	13,8	2,83	2,95	7—29	7—30	$B_v = 3{,}08 + 0{,}809\ B_m$
Toppstokker *Top logs*	12,3	12,3	2,67	2,82	6—22	6—22	$B_v = 1{,}95 + 0{,}841\ B_m$
Hele materialet *All logs*	13,7	13,4	2,91	2,98	6—29	6—30	$B_v = 2{,}46 + 0{,}840\ B_m$

opp i tabell 17. I denne tabell er også tatt med de samme størrelser funnet på grunnlag av midtmålskubering.

Hvis en har kjennskap til barktykkelsen, er det for en gitt dimensjon lett å finne midtmålt barkvolumprosent. For å komme over fra denne til den virkelige barkvolumprosent, er det foretatt en beregning for å finne sammenhengen mellom de to prosentene, som er søkt uttrykt ved den lineære funksjon

$$B_v = a + b\,B_m$$

hvor B_v er den virkelige barkvolumprosent, B_m er »midtmålt« barkvolumprosent. De beregnede konstantledd og regresjonskoeffisienter framgår av tabell 17. De tilsvarende korrelasjonskoeffisienter er for rotstokker 0,85, toppstokker 0,89 og for hele materialet 0,86.

Kaller en midtdiameteren med bark D og dobbel barktykkelse på midten B, får en:

$$B_m = \frac{B\,(2D - B)\,100}{D^2}$$

Setter en så inn i ovenstående ligning de verdier for barktykkelsen som er beregnet foran, kan en stille opp barkvolum-

Tabell 18.

Barkvolumprosenter. Rotstokker.

Bark volume percentages. Butt logs.

Lengde *Length* m	Diameter m. b. *o. b.*									
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
3	14,6	14,8	14,9	14,9	14,9	14,7	14,6	14,3	14,1	13,8
4	14,2	14,4	14,6	14,6	14,6	14,5	14,3	14,1	13,8	13,6
5	13,8	14,1	14,3	14,3	14,3	14,2	14,1	13,9	13,6	13,4
6	13,4	13,7	14,0	14,0	14,0	14,0	13,8	13,7	13,4	13,2
7	13,0	13,4	13,6	13,7	13,7	13,7	13,6	13,4	13,2	12,9
Middel *Mean*	14,1	14,2	14,3	14,3	14,3	14,2	14,1	14,0	13,9	13,8

Tabell 19.

Barkvolumprosenter. Toppstokker.

Bark volume percentages. Top logs.

Lengde *Length* m	Diameter m. b. *o. b.*								
	20	22	24	26	28	30	32	34	36
3	11,9	12,3	12,7	12,8	12,9	13,0	12,9	12,8	12,7
4	11,7	12,2	12,5	12,7	12,8	12,8	12,8	12,7	12,6
5	11,4	12,0	12,3	12,5	12,6	12,7	12,7	12,6	12,5
6	11,2	11,8	12,2	12,4	12,5	12,6	12,6	12,5	12,4
7	11,0	11,7	12,0	12,3	12,4	12,5	12,4	12,4	12,3
Middel *Mean*	11,7	12,2	12,5	12,7	12,7	12,8	12,7	12,7	12,6

Tabell 20.

Barkvolumprosenter. Hele materialet.

Bark volume percentages. All logs.

Lengde *Length* m	Diameter m. b. *o. b.*									
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
3	13,1	13,6	13,9	14,0	14,1	14,1	13,9	13,8	13,5	13,2
4	13,0	13,5	13,8	14,0	14,0	14,0	13,9	13,7	13,4	13,2
5	12,8	13,4	13,7	13,9	14,0	13,9	13,8	13,6	13,4	13,1
6	12,7	13,2	13,6	13,8	13,9	13,9	13,7	13,6	13,3	13,0
7	12,6	13,2	13,5	13,8	13,8	13,8	13,7	13,5	13,2	12,9
Middel *Mean*	13,0	13,4	13,7	13,9	14,0	13,9	13,8	13,7	13,5	13,2

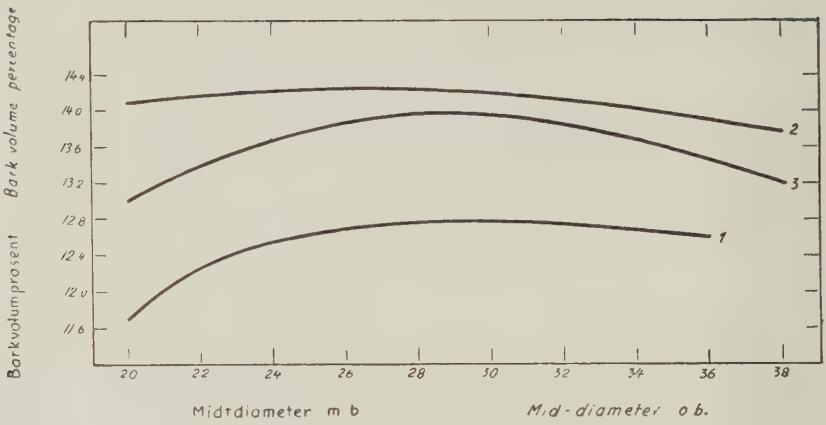


Fig. 11. Sambandet mellom barkvolumprosent og diameter. 1 = toppstokker, 2 = rotstokker, 3 = hele materialet.

The relation of bark volume percentage to diameter. 1 = top logs, 2 = butt logs, 3 = all logs.

prosenttabeller for ospetømmer ved hjelp av følgende funksjon:

$$B_v = a + b \left[\frac{B\,(2D - B)}{D^2} \right] 100$$

Resultatet av beregningene framgår av tabellene 18—20, som er spesifisert for rotstokker, toppstokker og hele materialet. Her er altså først barktykkelsen på midten av stokkene funnet ved hjelp av funksjonene nr. 5 i tabell 11. Den funne barktykkelse er så satt inn i den nettopp refererte formel for *Bv*.

Hvis en ikke har kjennskap til stokklengden, finner en barkprosentene i nederste linje i tabellene 18—20. Ved utregning av disse prosenter er brukt funksjonene nr. 4 i tabell 11. Disse siste barkprosentene er framstilt grafisk i fig. 11.

Flattrykningen.

Denne tømmerundersøkelse kan ikke gi noe bidrag til belysning av spørsmålet om flattrykningens årsak.

De målinger som er foretatt, kan imidlertid gi et ganske

Tabell 21.

Flattrykning i cm på midten av stokken.
Eccentricity in cm at the middle of the log.

Stokkslag *Log category*	Middel *Mean*	Spredning *Standard deviation*	Variasjonsvidde *Range of variation*
Rotstokker *Butt logs*	1,07	0,623	0,15—3,95
Toppstokker *Top logs*	0,84	0,513	0,15—2,95
Hele materialet *All logs*	1.01	0,606	0,15—3,95

godt bilde av hvor omfattende flattrykningen er, og om den er korrelert med andre størrelser hos ospetømmeret, f. eks. diameteren.

Med absolutt flattrykning menes her den halve forskjell mellom største og minste diameter uten bark på midten av stokken, uttrykt i cm. Relativ flattrykning er absolutt flattrykning uttrykt i prosent av middeldiameteren.

Tabell 21 viser den midlere flattrykning, med spredning og variasjonsvidde. At 0,15 cm danner grensen nedad for variasjonsvidden skyldes inndeling av materialet i 3 mm klasser, og 0,15 er midt i klassen 0—3.

I tabell 22 er satt opp den gjennomsnittlige flattrykning for de enkelte diameterklasser (diameter u. b.).

I foregående kapitel ble barktykkelsen på største og minste kant på midten av stokken undersøkt, uten at det var mulig å påvise noen forskjell. Den absolutte flattrykning skulle derfor være like stor med som uten bark.

Det er rimelig at den absolutte flattrykning tiltar med stigende diameter. Dette ville sikkert ha kommet tydeligere fram om en hadde tatt med mindre dimensjoner enn hva tilfelle er i dette tømmerparti. Men også for dette parti er flattrykningen stigende med diameteren, se tabell 22. Det er for

Tabell 22.

Flattrykning (i cm) på midten av stokkene.

Eccentricity in cm at the middle of the logs.

Stokkslag *Log category*	Diameter									
	18—19	20—21	22—23	24—25	26—27	28—29	30—31	32—33	34—35	36
Rotstokker *Butt logs*	0,89	0,93	1,01	1,05	1,16	1,35	1,33	1,37	1,58	(1,05)
Toppstokker *Top logs*	0,64	0,75	0,90	1,05	1,00	1,02	1,11	0,91	(0,15)	
Hele materialet *All logs*	0,76	0,85	0,99	1,05	1,13	1,30	1,28	1,27	(1,42)	(1,05)

Tabell 23.

Sambandet mellom flattrykning og diameter.

The relation of eccentricity to diameter.

Stokkslag *Log category*	Regresjonskoeffisient *Regression coefficient* b	Konstantledd *Constant term* a	S	r
Rotstokker *Butt logs*	0,040 ± 0,005	0,110	0,61	0,21
Toppstokker *Top logs*	0,039 ± 0,008	÷ 0,031	0,50	0,24
Hele materialet *All logs*	0,045 ± 0,006	÷ 0,047	0,59	0,25

øvrig ganske store uregelmessigheter, særlig på de store dimensjoner, hvor observasjonene er fåtallige. En grafisk framstilling viser at sambandet best kan uttrykkes ved en lineær funksjon. Det er derfor foretatt en utjevning etter funksjonstypen

$$\Delta f = a + b \cdot D$$

hvor Δf er absolutt flattrykning i cm og D er midlere midtdiameter uten bark i cm.

Beregningen viser at sammenhengen mellom flattrykning og diameter er meget svak, og at flattrykningens størrelse derfor vanskelig lar seg fastsette ut fra stokkens diameter. (Tabell 23).

Sammenligner en den totale spredning i Δf, som er 0,606 (se tabell 21), med spredningen omkring utjevningsfunksjonen, som er 0,59, ser en at nedgangen nærmest er ubetydelig. Det har gjennom utjevningen ikke lykkes å få tak i mer enn ca. 6 % av totalvariasjonen i Δf.

Figur 12 viser de diameterklassevise verdier av flattrykningen for hele materialet. Den lineære utjevningsfunksjon etter tabell 23 er lagt inn. Den samme figur viser også tilsvarende verdier for den relative flattrykning. Utjevningsfunksjonen får en her ved å multiplisere

$\Delta f = a + b \cdot D$ med faktoren $\frac{D}{100}$, som gir

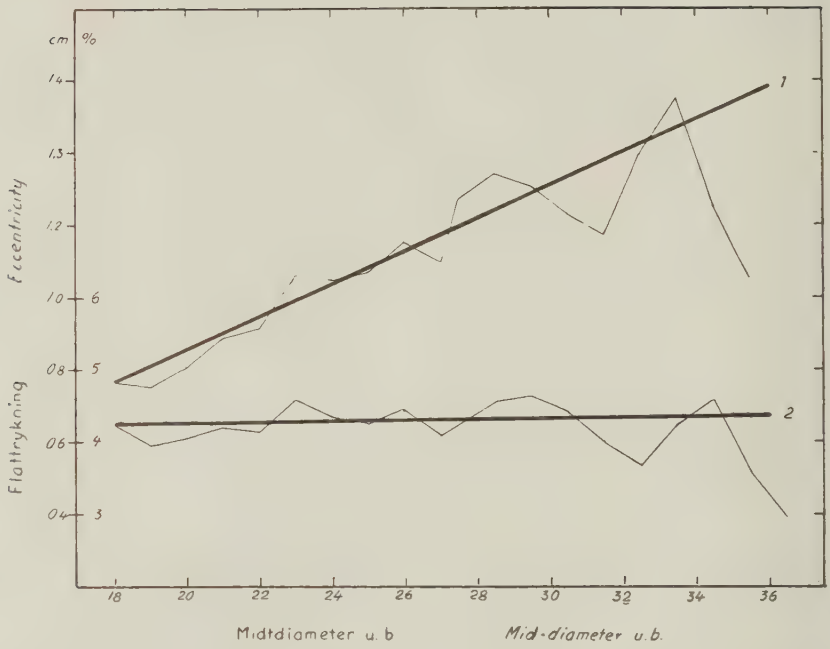


Fig. 12. Absolutt (1) og relativ (2) flattrykning som funksjon av diameteren. Hele materialet.

Eccentricity in cm (1) and per cent (2) as related to diameter. All logs.

$$\text{relativ flattrykning } \Delta f\ \% = \left(\frac{a}{D} + b\right) 100$$

For hele materialet får en:

$$\Delta f\ \% = -\frac{4{,}7}{D} + 4{,}5$$

Første ledd i denne ligning blir svært lite for dette materialet (0,26—0,13) med det resultat at en får en tilnærmet rett linje nesten parallell x-aksen. Dette vil si at flattrykningen uttrykt i prosent av diameteren på det nærmeste er konstant for hele dette materialet, ca. 4,3 %. Den store spredning gjør seg selvsagt også her gjeldende.

Det kan ha sin interesse å sammenligne flattrykningen hos ospetømmer med den en f. eks. finner hos furu og gran.

Bøhmer (1935) har undersøkt 535 furu-stokker i Atnedal og 379 i Storelvdal, se tabell 24.

Tabell 24.

Flattrykning hos furu. (BØHMER 1935).

Eccentricity in Scots pine.

Diameter	Atnedal	Storelvdal
11,5	0,25	0,23
14,5	0,34	0,30
17,5	0,42	0,38
20,4	0,47	0,45
23,4	0,38	0,55
26,3	0,47	0,68
29,2		0,70
32,0		1,24

SOLBRAA (1939) har foretatt målinger på grantømmer. Hans materiale omfatter 394 stokker fra Ås, 795 fra Skiptvedt, 1701 fra Solør og 437 fra Meheia. Den absolutte flattrykning for disse partiene framgår av tabell 25.

Tabell 25.

Flattrykning hos gran (SOLBRAA 1939).

Eccentricity in Norway spruce.

Diameter	Ås	Skiptvedt	Solør	Meheia
11	0,3	0,2	0,3	0,4
13	0,4	0,3	0,3	0,4
15	0,4	0,3	0,4	0,5
17	0,5	0,4	0,5	0,6
19	0,6	0,5	0,5	0,8
21	0,7	0,5	0,6	0,6
23	0,6	0,6	0,6	0,7
25	0,6	0,8	0,7	0,8
27	0,7	0,9	0,9	0,9
29	0,9	0,7	1,0	0,8
31	1,0	0,9		

En sammenligning viser at ospa i gjennomsnitt har en større flattrykning enn gran og furu. Ser en f. eks. på diameter 25,

viser osp en flattrykning på 1,07 (ikke utjevnet verdi), furu 0,52 og gran 0,73. For diameter 30 blir tallene henholdsvis 1,28—0,86—0,9.

De refererte tall for gran og furu, spesielt BØHMERS furumateriale, viser at flattrykningen hos disse treslag er sterkere korrelert med diameteren enn hva tilfelle er for osp.

Avsmalningen.

Avsmalningen er uttrykt i mm pr. løpende meter. Den er funnet ved å dividere differensen mellom diameteren ½ m fra rota og ½ m fra toppen med stokkens lengde minus 1 m. For rotstokkene er brukt diameteren 1½ m fra rota, og tilsvarende lengde for så vidt mulig ikke å få rotutsvelningen med i den beregnede avsmalning. Beregningen gjelder under bark.

Tabell 26 viser middeltallene for avsmalningen, med variasjonsvidde og spredning. En ser at avsmalningen er noe større for toppstokker enn for rotstokker.

Tabell 26.

Ospetømmerets avsmalning under bark.

Taper of aspen logs under bark.

Materiale *Log category*	Gjennomsnittlig avsmalning *Average taper* mm/m	Variasjonsvidde *Range of variation*	Spredning *Standard deviation*
Rotstokker *Butt logs*	9,0	0—23	3,71
Toppstokker *Top logs*	9,5	0—23	3,13
Hele materialet *All logs*	9,2	0—23	3,57

I tabell 27 er avsmalningen spesifisert for de forskjellige stokkslag og toppdiameter uten bark. Variasjonen med diameteren er noe uregelmessig, men stort sett øker avsmalningen med økende diameter. Avvikene øverst og nederst på skalaen

Tabell 27.

Diameterklassevis avsmalning under bark.

Taper of aspen logs under bark.

Middel toppdiam. u. b. *Mean top-diam. u. b.* cm	Rotstokker *Butt logs*		Toppstokker *Top logs*		Hele materialet *All logs*	
	Avsmaln. *Taper* mm/m	Antall *Number*	Avsmaln *Taper* mm/m	Antall *Number*	Avsmaln. *Taper* mm/m	Antall *Number*
16	13,0	2	13,0	1	13,0	3
17	8,3	27	9,4	33	8,9	60
18	8,7	91	8,5	93	8,6	184
19	8,2	168	9,5	82	8,6	250
20	7,9	148	9,2	60	8,2	208
21	8,6	137	10,1	35	8,9	172
22	9,2	131	10,0	32	9,4	163
23	9,3	105	10,5	17	9,4	122
24	10,0	74	10,0	12	10,0	86
25	10,3	60	10,6	15	10,3	75
26	10,3	35	11,1	8	10,4	43
27	9,5	31	12,0	5	9,9	36
28	11,4	23	9,4	5	11,0	28
29	12,3	18	11,0	6	12,0	24
30	13,3	6	7,0	3	11,2	9
31	11,9	9	9,0	1	11,6	10
32	10,5	2	11,5	2	11,0	4
33	8,0	1			8,0	1
34	8,5	2			8,5	2
35	12,0	1			12,0	1
36	6,0	1			6,0	1
Middel *Mean*	9,0		9,5		9,2	
Sum *Total*		1 072		410		1 482

kan ikke tillegges noen særlig stor betydning, da stokkantallet der er lite.

Det kan ha sin interesse å sammenligne avsmalningen hos osp med den en finner hos andre treslag. BERGESTAD (1928—30) har beregnet avsmalningen hos bartretømmer i Lågen og Farris vassdrag. For å unngå rotutsvelningen, har han brukt toppdiameter og midtdiameter ved beregningen. Han fant disse gjennomsnittstall:

Rotstokker, gran, 11,4 mm pr. m.
furu, 10,7 mm pr. m.
Toppstokker, gran, 13,8 mm pr. m.
furu, 16,5 mm pr. m.

I gjennomsnitt fant BERGESTAD for alle de undersøkte stokker 12,2 mm pr. m.

Tabell 28.

Avsmalning hos svensk sagtømmer (EKLUND 1949).

Taper in Swedish sawlogs.

Treslag og stokkslag *Species and log category*	Avsmalning *Taper* mm/m.	Variasjonsvidde *Range of variation*	Spredning *Standard deviation*
Gran, rotstokker *Spruce, butt logs*	8,6	0—29	4,1
toppstokker *top logs*	11,7	0—28	5,5
hele materialet *all logs*	9,1	0—30	4,6
Furu, rotstokker *Pine, butt logs*	9,6	0—38	4,5
toppstokker *top logs*	12,7	2—28	4,0
hele materialet *all logs*	10,6	0—38	4,5

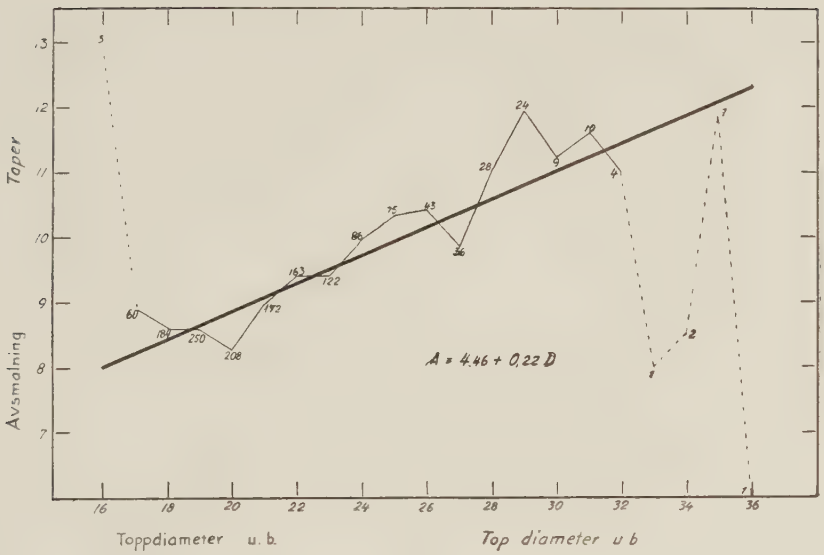


Fig. 13. Sammenhengen mellom avsmalning og toppdiameter u.b. Hele materialet.

The relation of taper to top diameter u. b. All logs.

Det undersøkte ospetømmer har således en noe mindre avsmalning enn norsk bartretømmer. For toppstokkenes vedkommende kan dette resultat i hvert fall for en del bero på det forhold at bartretømmeret er målt ut til mindre toppdiameter,

Tabell 29.

Utjevningsfunksjoner for avsmalning.

Smoothing functions for taper.

Stokkslag *Log category*	a	b	S	r
Rotstokker *Butt logs*	3,30	0,263 ± 0,035	3,62	0,22
Toppstokker *Top logs*	6,17	0,163 ± 0,051	3,10	0,16
Hele materialet *All logs*	4,46	0,220 ± 0,029	3,50	0,19

slik at en har fått med mer av den øverste stammedel med sterk avsmalning. Som tabell 2 viser, er minste toppmål på det målte ospetømmer 17 cm under bark.

Her skal også refereres noen svenske tall. EKLUND (1949) har undersøkt sagtømmer av gran og furu (5″ til 19″ i toppen). (Se tabell 28).

Disse tall avviker ikke så svært meget fra de funne tall for osp.

En utjevning av avsmalningen (A) over toppdiameteren uten bark (D) etter følgende lineære funksjon

$$A = a + b \cdot D$$

viser at korrelasjonen mellom avsmalning og toppdiameter er meget svak, se tabell 29.

Figur 13 viser den innlagte utjevningsfunksjon for hele materialet.

Toppmåling.

Før en fikk de regler som nå gjelder for måling av fyrstikktømmer, ble diameteren målt både i rota og toppen. Dette var nokså arbeidskrevende, og en gikk derfor over til midtmåling.

Det kan også bli tale om å måle diameteren på fyrstikktømmer bare i toppen. En slik måling ville virke som en kvalitetspremiering, idet det slanke tømmer med lite kvist ble bedre betalt enn det som smalner fort av og da som regel har mer kvist. Måleteknisk ville toppmåling være fordelaktig. Samtidig med at en målte diameteren, kunne en også lettvint bedømme stammetverrsnittet med hensyn til råte for eksempel. Dessuten ville målingen bli helt eksakt. Det er lett å finne toppdiameteren uten bark selv om barken sitter på. Å bestemme diameter uten bark på midten er derimot vanskelig når tømmeret ikke er barket.

Det undersøkte ospetømmer gir grunnlag for oppsetting av toppmålstabeller også for dette treslag, i likhet med hva vi har fra før for våre bartrær.

Det er flere veier å gå ved utarbeidelsen av slike tabeller:

1. En kan foreta en utjevning, grafisk eller numerisk, av kubikkmassen pr. stokk med lengde og toppdiameter som uavhengig variable.
2. En kan foreta utjevning av formsifferet (se side 364) med de samme fri variable. Er formsifferet først bestemt, er det lett å finne kubikkmassen for de enkelte lengder og diametrer.
3. En kan også tenke seg å foreta utjevning av avsmalningen med diameter og lengde som fri variable, og på grunnlag av avsmalningen beregne diameter på midten og derved kubikkinnholdet etter HUBERS formel. Ved bruk av den faktiske avsmalning sleper en imidlertid med seg den feil som følger med HUBERS formel. Dette ville for det undersøkte materiale i gjennomsnitt si en underkubering på 2,1 %. En kan imidlertid eliminere midtmålsfeilen ved å beregne en teoretisk avsmalning, som er slik definert, at når en ved hjelp av den beregner midtdiameteren, vil denne midtdiameter brukt i HUBERS formel gi stokkens virkelige kubikkinnhold.

Teoretisk skulle alle disse tre veier være like riktige. Av rent praktiske grunner er i alle tilfelle de fri variable begrenset til lengde og toppdiameter. En bør derfor velge den metode som gir de enkleste funksjoner.

Den mest brukte framgangsmåte ved opprettelse av toppmålstabeller er utjevning av formsifrene (ARCHER 1920, EIDE 1922, BERGESTAD 1928—30). Ved grafisk utjevning av materialet er denne metode enkel og lite arbeidskrevende. Ved numerisk utjevning støter en på den vanskelighet at regresjonen er krumlinjet.

For om mulig å få en enklere funksjonstype, ble for dette materialet brukt den før nevnte teoretiske avsmalning. Denne ble regnet ut for de enkelte stokker. En grafisk framstilling til orientering viste at det var temmelig stor spredning i avsmalningen, men at en neppe ville oppnå mer ved bruk av kompliserte utjevningsfunksjoner enn ved rette linjer.

Den teoretiske avsmalning er funnet ved hjelp av følgende formel:

$$a = \frac{\sqrt{\frac{4\,V_s}{\pi L}} - D_t}{\frac{1}{2}L},$$

Tabell 30.

Funksjoner for teoretisk avsmalning utenpå bark.

Functions for theoretical taper over bark.

Ligning nr. *Equation No.*	Konstant *Constant term* a	Regresjonskoeffisient for *Regression coefficient for* D	Regresjonskoeffisient for *Regression coefficient for* L	S	r (R)
		Rotstokker n = 1 072 *Butt logs*			
1	5,61	0,262± 0,035		3,71	0,226
2	15,20		÷ 0,698± 0,088	3,71	÷0,236
3	9,31	0,243± 0,034	÷ 0,651± 0,086	3,62	0,315
		Toppstokker n = 410 *Top logs*			
1	10,95	÷ 0,017± 0,059		3,84	÷ 0,014
2	9,68		0,231± 0,206	3,84	0,056
3	9,94	÷ 0,012± 0,059	0,232± 0,194	3,84	0,057
		Hele materialet n = 1482 *All logs*			
1	6,57	0,211± 0,030		3,78	0,182
2	9,93		÷ 0,311± 0,077	3,84	÷ 0,105
3	8,04	0,215± 0,029	÷ 0,331± 0,075	3,77	0,213

hvor V_s er seksjonsmålt volum, L er stokklengde og D_t toppdiameter.

Resultatet av beregningen fremgår av tabellene 30 og 31 som viser konstantledd, regresjonskoeffisienter, spredning og korrelasjonskoeffisienter for de forskjellige stokkslag med og uten bark. Se også fig. 14.

Som en ser, er korrelasjonen mellom teoretisk avsmalning og diameter og lengde ytterst svak, så svak at de beregnede tall er av liten verdi. En kunne med andre ord nesten med den samme grad av nøyaktighet bruke den midlere avsmalning for hele materialet 9,9 mm/m, som også faller sammen med middeltallene for både rot- og toppstokker.

Tabell 31.

Funksjoner for teoretisk avsmalning under bark.

Functions for theoretical taper under bark.

Ligning nr. *Equation No.*	Konstant *Constant term* a	Regresjonskoeffisient for *Regression coefficient for* D	L	S	r(R)
		Rotstokker n = 1 072 *Butt logs*			
1	4,64	0,241 ± 0,032		3,29	0,223
2	11,50		÷ 0,321 ± 0,080	3,35	÷ 0,122
3	6,11	0,225 ± 0,031	÷ 0,224 ± 0,079	3,28	0,239
		Toppstokker n = 410 *Top logs*			
1	10,85	÷ 0,044 ± 0,059		3,56	÷ 0,037
2	9,30		0,168 ± 0,190	3,55	0,044
3	10,24	÷ 0,046 ± 0,059	0,167 ± 0,190	3,55	0,058
		Hele materialet n = 1 482 *All logs*			
1	6,50	0,159 ± 0,028		3,39	0,146
2	10,90		÷ 0,213 ± 0,068	3,41	÷ 0,081
3	7,51	0,155 ± 0,028	÷ 0,196 ± 0,068	3,38	0,164

Hvis den valgte funksjon for utjevning av teoretisk avsmalning er fullgod, skulle en ikke kunne oppnå noen fordel ved direkte utjevning av formsifrene. Sammenhengen mellom formsiffer og teoretisk avsmalning kan nemlig uttrykkes helt eksakt. Hvis en uttrykker stokkens toppdiameter med d, og den teoretiske midtdiameter med δ, får en følgende uttrykk for formsifferet (f_s):

$$f_s = \frac{\delta^2}{d^2}$$

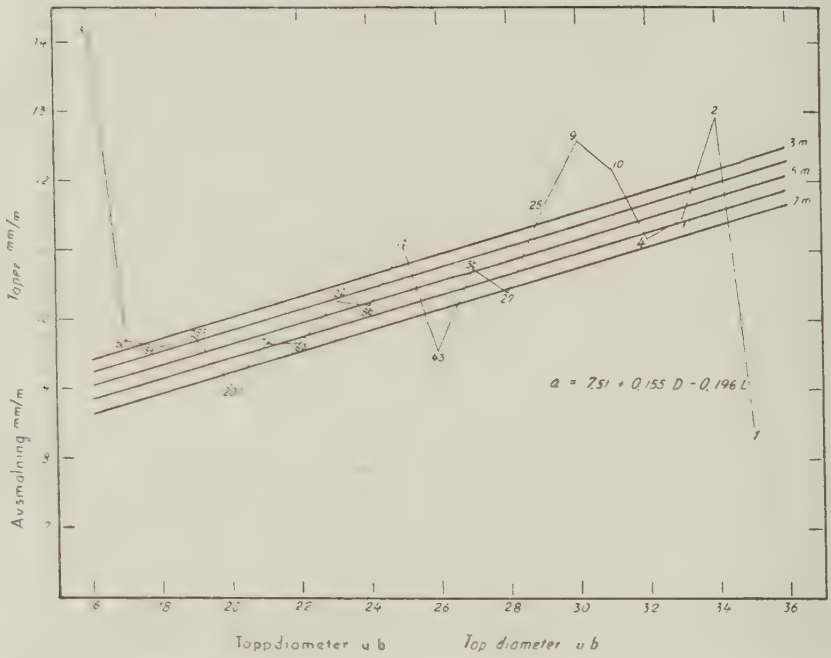


Fig. 14. Sambandet mellom teoretisk avsmalning u.b. og toppdiameter u.b. og lengde. Hele materialet.

The relation of theoretical taper u. b. to top diameter u. b. by length. All logs.

Setter en videre inn teoretisk avsmalning a cm pr. løpende m og stokkens lengde L, får en

$$f_s = \frac{\left(d + \frac{a\,L}{2}\right)^2}{d^2}$$

For det undersøkte materialet viser det seg som nevnt at a er praktisk talt konstant for alle lengder og diametrer, nemlig meget nær 1 cm. Under denne forutsetning blir

$$f_s = \frac{\left(d + \frac{L}{2}\right)^2}{d^2}$$

Er formsifferet kjent, finner en a slik:

$$a = \frac{2\,d}{L}\left(\sqrt{f_s} - 1\right)$$

Uttrykket ovenfor for formsifferet kan omformes slik:

$$f_s = 1 + a \cdot \frac{L}{d} + \frac{a^2}{4}\left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Går en ut fra at a er konstant, blir formsifferet kun avhengig av forholdet $\frac{L}{d}$. En får f. eks. samme formsiffer for disse kombinasjoner av lengde og diameter: 3 m — 12 cm, 5 m — 20 cm, 7 m — 28 cm.

En direkte utjevning av formsifferet vil således best kunne skje etter følgende parabelfunksjon:

$$f_s = a + bx + cx^2,$$

hvor x er $\frac{L}{d}$ og hvor konstantene a og b for dette materialet skulle bli tilnærmet lik 1, og c omkring 0,25.

En utjevning av formsifrene ved hjelp av ovenstående funksjonstype byr ikke på noen vanskeligheter. Imidlertid er utjevningen nokså arbeidskrevende, og da det er små muligheter for å oppnå noe større ved en slik utjevning, er her foretrukket å undersøke hvordan den foretatte utjevning av avsmalningen passer for formsifrene.

På grunnlag av funksjonen for avsmalningen for hele materialet er formsifrene for endel lengder og diametrer beregnet etter formelen $f_s = \frac{\left(d + \frac{a\,L}{2}\right)^2}{d^2}$ og resultatet framstilt grafisk sammen med de beregnede virkelige formsiffer, se fig. 15. Som en ser, er det når det gjelder formsifrene, ganske stor spredning, men de innlagte utjevningsfunksjoner synes å passe så vidt godt at det er lite håp om at en annen utjevning vil gi vesentlig bedre resultat.

Det kan også ha interesse å sammenligne de formsiffer som utjevningen av teoretisk avsmalning for osp gir, med formsiffer hos andre treslag. Her er valgt å sammenligne med Bergestads materiale (Bergestad 1928—30) som omfatter gran og furu i Lågen og Farris vassdrag slått sammen. Det framgår av fig. 16 at ospekurvene ligger noe under de tilsvarende for gran og furu, fordi som tidligere anført, avsmalningen hos osp er mindre. Dessuten har ospekurvene et flatere forløp.

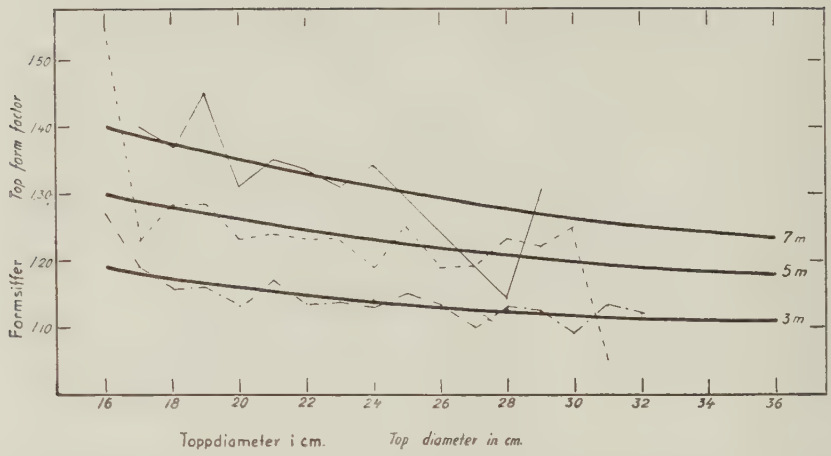


Fig. 15. Sambandet mellom toppdiameter u.b. og formsiffer u.b. for lengdene 3, 5 og 7 m. Hele materialet. Utjevningskurver for beregnet formsiffer innlagt.

The relation of top form factor u. b. to top diameter u.b. for the lengths 3, 5, and 7 m. All logs. Smoothing curves for top form factor drawn.

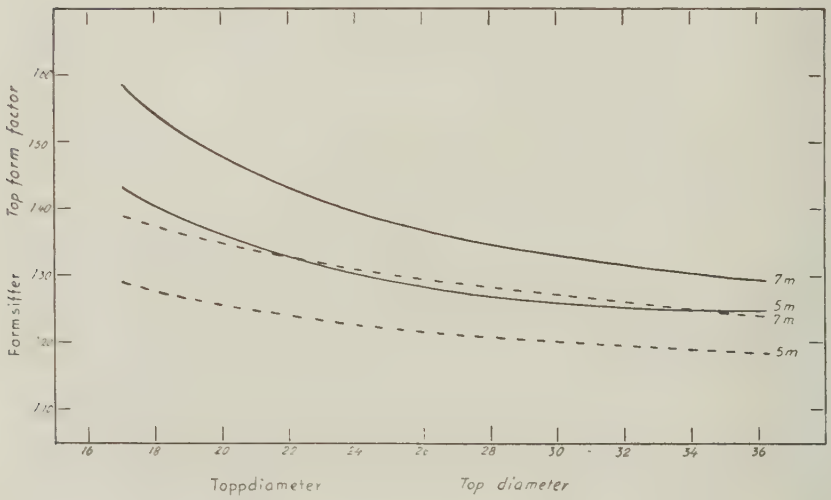


Fig. 16. Sammenligning mellom formsifferkurver for osp og for gran og furu (BERGESTAD 1928—30). - - - - = osp, —— = gran og furu.

Comparison of top form factors for aspen with those of spruce and pine (BERGESTAD *1928—30*) - - - - = *aspen*, —— = *spruce and pine.*

Tabell 32.

Kuberingstabell for toppmålt ospetømmer uten bark, m³. Rotstokker.

Volume table for aspen logs under bark, cub. m. Butt logs.

Lengde i m *Length in m*	Toppdiameter u. b. cm. *Top diameter u. b. cm.*																			
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3,0	0,071	0,080	0,089	0,099	0,109	0,119	0,130	0,143	0,155	0,167	0,181	0,194	0,209	0,223	0,239	0,254	0,271	0,287	0,305	0,323	0,341
3,5	0,085	0,095	0,106	0,118	0,130	0,142	0,156	0,169	0,184	0,199	0,215	0,231	0,248	0,266	0,283	0,302	0,321	0,341	0,362	0,383	0,404
4,0	0,099	0,111	0,124	0,137	0,151	0,166	0,181	0,198	0,214	0,232	0,250	0,269	0,288	0,309	0,330	0,351	0,374	0,397	0,420	0,444	0,470
4,5	0,114	0,128	0,142	0,158	0,174	0,190	0,208	0,226	0,245	0,266	0,286	0,308	0,330	0,353	0,377	0,402	0,427	0,454	0,480	0,508	0,537
5,0	0,129	0,145	0,161	0,178	0,197	0,216	0,235	0,256	0,278	0,300	0,324	0,348	0,373	0,398	0,426	0,454	0,483	0,512	0,543	0,574	0,606
5,5	0,145	0,163	0,181	0,200	0,220	0,241	0,263	0,287	0,311	0,336	0,362	0,388	0,417	0,446	0,476	0,507	0,539	0,572	0,606	0,641	0,677
6,0	0,162	0,181	0,201	0,222	0,245	0,268	0,292	0,318	0,345	0,373	0,401	0,431	0,463	0,494	0,527	0,562	0,597	0,634	0,671	0,710	0,749
6,5	0,179	0,200	0,222	0,245	0,269	0,295	0,322	0,350	0,380	0,410	0,441	0,475	0,509	0,544	0,580	0,618	0,657	0,696	0,737	0,780	0,824
7,0	0,196	0,218	0,242	0,268	0,295	0,323	0,353	0,384	0,416	0,449	0,483	0,519	0,555	0,594	0,634	0,674	0,718	0,761	0,805	0,851	0,899

Tabell 33.

Kuberingstabell for toppmålt ospetømmer uten bark, m³. Hele materialet.

Volume table for aspen logs under bark, cub. m. All logs.

Lengde i m *Length in m*	Toppdiameter u. b. cm *Top diameter u. b. cm.*																			
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3,0	0,071	0,080	0,089	0,099	0,109	0,120	0,130	0,141	0,155	0,167	0,180	0,194	0,208	0,222	0,237	0,253	0,269	0,285	0,302	0,319	0,339
3,5	0,085	0,096	0,106	0,118	0,130	0,142	0,156	0,169	0,184	0,198	0,214	0,230	0,247	0,264	0,282	0,300	0,319	0,338	0,359	0,379	0,400
4,0	0,100	0,112	0,124	0,138	0,152	0,166	0,181	0,197	0,214	0,231	0,249	0,268	0,287	0,307	0,327	0,348	0,370	0,393	0,416	0,440	0,465
4,5	0,115	0,129	0,143	0,158	0,174	0,191	0,208	0,226	0,245	0,265	0,285	0,306	0,328	0,351	0,374	0,398	0,423	0,449	0,476	0,502	0,530
5,0	0,131	0,147	0,163	0,180	0,197	0,216	0,235	0,256	0,277	0,299	0,322	0,346	0,371	0,396	0,423	0,449	0,478	0,506	0,536	0,566	0,598
5,5	0,147	0,164	0,181	0,201	0,221	0,242	0,263	0,287	0,310	0,334	0,360	0,387	0,414	0,442	0,472	0,502	0,534	0,565	0,599	0,632	0,667
6,0	0,164	0,183	0,203	0,224	0,245	0,269	0,293	0,318	0,344	0,371	0,399	0,428	0,459	0,490	0,523	0,556	0,590	0,625	0,662	0,699	0,737
6,5	0,181	0,202	0,224	0,247	0,271	0,296	0,322	0,350	0,379	0,408	0,439	0,471	0,504	0,539	0,574	0,611	0,648	0,687	0,727	0,768	0,810
7,0	0,200	0,221	0,246	0,271	0,297	0,325	0,354	0,383	0,415	0,447	0,481	0,515	0,552	0,589	0,627	0,667	0,708	0,750	0,793	0,839	0,884

Tabell 34.

Prøve på toppmålstabellens nøyaktighet. Volum i m³.

Test of the volume table based on top form factor. Volume in cub. m.

Parti *Locality*	Rotstokker *Butt logs*				Hele materialet *All logs*			
	Antall *Number*	Seksjons-volum *Volume by sectioning*	Toppm. volum *Volume found by help of Tab. 32*	Feil % *Error %*	Antall *Number*	Seksjons-volum *Volume by sectioning*	Toppm. volum *Volume found by help of Tab. 33*	Feil % *Error %*
34 — Drangedal	9	2,120	2,098	÷ 1,0	14	3,001	2,998	÷ 0,1
42 — Froland.....	5	1,402	1,346	÷ 4,0	10	2,409	2,356	÷ 2,2
18 — Skiptvedt	13	2,674	2,617	÷ 2,1	13	2,674	2,617	÷ 2,1
49 — Vegårdshei	11	2,664	2,783	+ 4,5	14	3,350	3,467	+ 3,5
16 — Oppegård	10	2,040	2,011	÷ 1,4	16	3,133	3,044	÷ 2,8
44 — Flesberg	10	2,889	2,895	+ 0,2	11	2,997	2,998	0
50 — Hof	12	2,571	2,715	+ 5,6	15	2,985	3,141	+ 5,2
14 — Våler	18	3,670	3,569	÷ 2,8	18	3,670	3,585	÷ 2,3
30 — Rollag	5	1,734	1,632	÷ 5,9	12	3,109	2,937	÷ 5,5
7 — N. Land	9	2,168	2,153	÷ 0,7	14	3,118	3,124	+ 0,2
Sum (Middel) *Total (Mean)*	102	23,932	23,819	÷ 0,5	137	30,446	30,267	÷ 0,6
32 — Snåsa	8	1,524	1,502	÷ 1,4	13	2,367	2,303	÷ 2,7
20 — Lesja.....	20	5,420	5,019	÷ 7,4	20	5,420	5,026	÷ 7,3
38 — Tinnegrend	25	6,626	6,225	÷ 6,1	31	7,818	7,421	÷ 5,1

Disse sammenligninger viser at den foretatte utjevning av teoretisk avsmalning gir et godt bruktbart resultat, og at en med det relativt beskjedne stokk-materialet som foreligger, neppe kan komme det faktiske forhold vesentlig nærmere. Derfor er toppmålstabeller regnet ut ved hjelp av teoretisk avsmalning via teoretisk midtdiameter og sylinderkubering, se tab. 32 og 33.

Den teoretiske avsmalningen er regnet ut etter funksjonene nr. 3 i tabell 31, som altså lyder:

for rotstokker: $a = 6{,}11 + 0{,}225\ D - 0{,}224\ L.$
for hele materialet : $a = 7{,}51 + 0{,}155\ D - 0{,}196\ L.$

Beregningen gjelder under bark. Om en har bruk for det, kan en lettvint beregne lignende tabeller for tømmer med bark ved å bruke funksjoner for dette. Funksjonene gir også muligheter for å regne ut spesielle tabeller for toppstokker.

Et uttrykk for feilen ved bruk av tabellen kan en få ved slumpmessig å velge ut noen av de partier som danner grunnlaget for tabellen eller enda bedre andre partier innenfor det samme geografiske område.

Tabell 34 viser resultatet av en slik prøve. De første 10 partier er tatt ut slumpmessig innenfor endel av de bygder som er representert i materialet. Ved beregning av volumet for rotstokker er brukt tabell 32 og for hele materialet tabell 33. En ser at feilprosentene er meget små.

Som nevnt foran ble et tømmerparti fra Lesja og ett fra Snåsa ikke tatt med i beregningen, fordi de lå så langt utenfor det øvrige innsamlingsområdet. Parti nr. 38 fra Tinnegrend ble også sjaltet ut på grunn av mangelfulle opplysninger. Disse tre partier er som en prøve kubert ved hjelp av den oppsatte toppmålstabell. Resultatet finnes nederst i tabell 34. Alle disse partier er underkubert. Det er ikke overraskende at tømmeret fra Lesja ble underkubert med såpass mye som 7,4 %. Derimot kunne en ha ventet større feil enn —1,4 % for rotstokker fra Snåsa. En må regne med at avsmalningen øker med breddegraden og høyden over havet.

Sammendrag.

Formålet med den her framlagte undersøkelse er å skaffe tilveie tallmateriale til bedømmelse av visse karakterer hos ospetømmer, i første rekke slike som har betydning ved måling og omsetning av fyrstikkosp. Det er i alt undersøkt 1482 stokker fra det sydlige Norge, derav 1 072 rotstokker og 410 toppstokker. De viktigste resultater kan oppsummeres slik:

1. Kuberingen. Midtmålskubering etter HUBERS formel har i gjennomsnitt for rotstokkene gitt en negativ feil (underkubering) på 3,0 % med bark og 2,5 % uten bark. Dette faller nokså nær sammen med hva som tidligere er funnet for gran og furu i Drammensvassdraget. Noen sikker sammenheng mellom midtmålsfeil og diameter er ikke funnet, derimot synes feilen å minke med avtakende lengde.

Toppstokkene viser noe mindre kuberingsfeil, slik at for hele materialet blir feilprosentene 2,5 og 2,1, henholdsvis med og uten bark.

Ved måling på smalkant »mister« en ca. 8 % av kubikkmassen. Dette viser at ospetømmer jevnt over er mer flattrykt enn bartretømmer, idet en for bartrær her vanligvis regner med en prosent på 4,5.

Den prosentiske kuberingsfeil ved nedslag til nærmeste hele cm ved måling av diameteren på midten, er for hele materialet funnet å være 3,9 %.

Ved måling av tømmeret på smaleste kant på midten med bark uten nedslag og ved kubering etter HUBERS formel, ville en praktisk talt få samme kubikkmasse som ved seksjonsmåling under bark.

Ved midtmåling på smalkant og med nedslag til nærmeste hele cm blir kubikkmassen 86,9—88,9 % av den en ville fått ved midtmåling på middels kant uten nedslag.

Tabell 3 viser resultatet av de utførte kuberinger.

2. Barken. Det er foretatt utjevning av barktykkelsen på midten av stokken med lengde og diameter som fri variable. Følgende funksjon har for hele materialet gitt bra resultat:

$$B = -16{,}90 + 1{,}965\ D - 0{,}153\ L - 0{,}022\ D^2.$$

B betegner her dobbel barktykkelse på midten av stokken, *D* diameter med bark og *L* lengde.

Det er ikke funnet noen forskjell i barktykkelsen på stokkenes smalkant og bredkant (tabell 14).

Barkens absolutte og prosentiske tykkelse i forskjellig avstand fra rotavskjæret er undersøkt på endel 6 m lange stokker (tabell 15).

Ved hjelp av de utjevnede barktykkelser er det regnet ut barkvolumprosenter, spesifisert for rotstokker, toppstokker og hele materialet, og for forskjellige lengder og diametrer (tabellene 18—20).

3. Flattrykningen. Korrelasjonen mellom flattrykning og diameter er svak ($r = 0{,}25$).

Ospa viser seg å ha en betydelig større flattrykning enn gran og furu. Den midlere flattrykning, forskjellen mellom største og midlere diameter på midten av stokken, er for hele materialet 1,01 cm under bark.

4. Avsmalningen. Den gjennomsnittlige avsmalning er for rotstokker 9,0 og for hele materialet 9,2 mm/m. Dette er noe mindre enn hva en vanlig regner med hos våre bartrær. Sammenhengen mellom avsmalning og diameter er ytterst svak ($r = 0{,}19$).

5. Toppmåling. Det er oppsatt tabeller for kubering av ospetømmer etter lengde og toppdiameter. Disse er beregnet gjennom numerisk utjevning av teoretisk avsmalning, dvs. en avsmalning fra toppen til en tenkt midtdiameter som innsatt i HUBERS formel, gir stokkens virkelige (seksjonsberegnede) volum. Sammenhengen mellom teoretisk avsmalning og lengde og diameter er svak, men de beregnede funksjoner er likevel brukt ved opprettelsen av toppmålstabeller uten bark. (tabellene 32 og 33).

Det er foretatt en prøve på toppmålstabellens nøyaktighet (tabell 34) som viser at overensstemmelsen er god.

Toppmålstabellen for osp viser noe lavere tall for kubikkinnhold enn tilsvarende tabeller for gran og furu. Det henger sammen med at avsmalningen er mindre hos osp enn hos de nevnte bartrær.

Investigations on aspen logs.

Summary.

The aim of the present investigations is to give some figures concerning aspen logs, figures of importance for establishing measuring methods and for price fixation, especially for aspen match logs.

1482 aspen logs (1072 butt logs and 482 top logs) from Southern Norway have been investigated. (Tabs. 1 and 2). The more important results obtained are:

1. Calculation of volume. As a basis of all comparisons the volume found by the sectional method has been employed. The length of the sections is one meter. Bark thickness has been observed by the help of an ordinary gauge.

If the volume of aspen logs is calculated by means of the diameter at middle for the butt logs, we shall have a negative error (underestimation) of 3.0 % over bark and 2.5 % under bark. (Tab. 3). These errors coincide well with figures formerly found for pine and spruce in Southern Norway. (Tab. 4). There seems to be no correlation between the error and the diameter. (Tab. 5.) On the other hand, the error seems to decrease with decreasing log length. (Fig. 2).

Top logs show a somewhat smaller error, 2.5 and 2.1 per cent, respectively, for over and under bark calculations. (Tab. 3).

When calculating the volume by using the shortest diameter at middle in HUBER's formula. the result will be diminished by c. 8 %. (Tab. 6). This evinces that the eccentricity of aspen logs is greater than that of conifers, the corresponding percentage of which is considered to be about 4.5.

By purchasing aspen logs for matches in Norway it has up to now been customary to measure the shortest diameter at middle inside bark, and with rounding off (deduction) the diameter down to the nearest cm. The average effect of this measure deduction on the volume is found to be 3.9 %. (Tabs. 7 and 8, Fig. 4).

From the point of view of practical scaling, it is of interest to ascertain that by using the shortest diameter at middle over bark, without deduction, in the formula of HUBER, we will obtain a volume almost coinciding with that found by sectional measurement under bark. (Tab. 3).

By using the shortest diameter at middle and deduction of diameter to the nearest cm, the volume obtained that way will be 86.9—88.9 % of the volume found by using mean diameter at middle without rounding off. (Tab. 9).

2. Computation of bark thickness and bark volume. Tab. 10 shows twice bark thickness at the middle of different logs, with standard deviation and range of variation. Twice bark thickness at middle as effected by the diameter and length of the logs is shown in Tab. 11 (the Equations), Tabs. 12—13, and the Figs. 5—7.

Using B for twice bark thickness at middle, D for diameter at middle outside bark, and L for log length, the equation for all logs is found to be

$$B = -16.90 + 1.965 \cdot D - 0.153 \cdot L - 0.022\ D^2$$

No correlation is found between bark thickness and eccentricity at the middle of the logs (Tab. 14).

The decreasing of bark thickness with increasing heigth above the stump is shown in Tab. 15 and Figs. 8 and 9.

Bark volume percentages for different diameters found as the total difference in volume by sectioning with and without bark, and by using the corresponding diameters at middle only, are shown in Tab. 16. See also Fig. 12.

Calculations are also made by using the logs as a variate, and by this means, the connections between B_v (true bark percentage) and B_m (bark percentage found by using measurement at middle) are found (Tab. 17) by substituting B_m in the formula, $B_v = a + b \cdot B_m$ with

$$\frac{B\,(2D - B)\,100}{D^2}$$

where B indicates twice bark thickness and D diameter over bark at middle. By this procedure it has been possible to compute bark percentages based only on diameter and length (Tabs. 18—20, and Fig. 11).

3. Log eccentricity. By the term eccentricity half the difference between long and short diameter at middle is to be understood. Relative eccentricity means the same expressed in per cent of middle diameter. Tabs. 21 and 22 give the eccentricity for all logs investigated. Average eccentricity for the whole material is 1.01 cm.

No difference in eccentricity under and over bark is found.

There is a tendency toward increasing eccentricity with increasing diameter. Tab. 23 and Fig. 12 show, however, that the correlation is low ($r = 0.25$).

Relative eccentricity is almost independent of the diameter.

Figures given in Tabs. 24 and 25 show that aspen logs are more eccentric than logs of pine and spruce. In the conifers the eccentricity is also more strongly correlated with the diameter.

4. Taper. Average taper for butt logs is 9.0 and for all logs 9.2 mm/m. (Tabs. 26 and 27). As a rule Norwegian conifers have a somewhat larger taper. The correlation between taper and diameter is very low ($r = 0.19$). See Fig. 13.

5. Top measurement. In order to find a simple function for computing volume of aspen logs by means of top diameter and length, the term »theoretical taper« has been employed. This term means the taper in mm per m from the top of the log to a theoretical mid-diameter of such a size, that, if put into HUBER's formula, it would give the volume found by sectioning. As shown in Tabs. 30 and 31, and Fig. 14, the correlation between theoretical taper, diameter and length, is rather low, and the standard error of estimate amounts to 37 %. This fact, however, does not considerably effect the volume calculation, and the tables computed (Tabs. 32 and 33) seem to be satisfactory for practical use. A test of the tables made by taking logs at random shows small errors. (Tab. 34).

In correspondence with the small taper of aspen logs, the aspen volume tables show a lower cubic content for a given length and top diameter, than do similar tables for Norwegian spruce and pine. (Fig. 16).

Litteratur.

Archer, E. 1920. Om tømmerets form i Glommen og Drammens vasdrag. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. H. 1.

Bergestad, L. 1928—30: Om tømmerets form i Lågen og Farris vassdrag. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen.

Bøhmer, J. G. 1935: Furuens flattrykning og tømmerinnhold. Tidsskrift for skogbruk.

Eide, E. 1922: Om tømmerets form i Trøndelags vasdrag. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. H. 2.

Eklund, B. 1949: Relationstal för transformering av toppmätt volym sågtimmer av tall och gran till verklig kubikmassa. Medd. från Statens Skogsforskningsinstitut, 38: 2.

Landbruksdepartementets tømmersvinnkomite. 1944. Innstilling. Skogeieren. H. 7.

Michailoff, I. 1944: Über die Genauigkeit der Formeln für sektionsweise Stammkubierung. Forstwissenschaftliches Centralblatt und Tharandter Forstliches Jahrbuch. H. 2.

Norrlands Skogsvårdsförbund. 1944: Praktisk skogshandbok.

Solbraa, T. 1939: Bast og andre faktorer som influerer på tømmermålingsresultatet. T. f. S.

Tirén, L. 1929: Über Grundflächenberechnung und ihre Genauigkeit. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt. H. 25.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

PEDER BRAATHE

Planteavstandens virkning på bestandsutvikling og masseproduksjon i granskog

The Effect of Different Spacing upon Stand Development and Yield in Forests of Norway Spruce

Planteavstandsforsøkene på Fossum ved Skien faller i 3 deler. Skogsforsøksleder Peder Braathe behandler bestandsutvikling og masseproduksjon, og i neste hefte behandler professor dr. Gustav G. Klem tørrstoffproduksjon, kvistmengde, skurlastkvalitet m. m. Ingeniør F. Løschbrandt ved Papirindustriens Forskningsinstitutt undersøker celluloseutbytte og cellulosens kvalitet.

Vollebekk april 1952.

Erling Eide.

Innhold.

I. Innledning 429
II. Beskrivelse av Fossumfeltene 430
III. Virkningen av de forskjellige planteavstandene på bestandsutviklingen 433
1. Treantallet 433
2. Høydeutviklingen 442
3. Oppkvistingen 445
4. Diameterutviklingen 445
5. Grunnflatetilveksten 449
6. Masseproduksjonen 451
7. Formutviklingen 454
IV. Wermsdorffeltene 459
V. Momenter ved vurdering av planteavstand 463
VI. Sammendrag 463
The Effect of Different Spacing upon Stand Development and Yield in Forests of Norway Spruce 466
Litteratur 469

I. Innledning.

Den beste planteavstand ved planting av skogstrær (her gran) kan diskuteres og fastsettes ut fra flere forskjellige synspunkter, f. eks:

1. Man kan ta sikte på å bestemme den planteavstand som gir størst mulig masseavkastning uten hensyn til hva kulturen koster og uten hensyn til om hele denne masse har noen økonomisk verdi. Planteavstanden fra dette synspunkt vil antagelig variere noe med boniteten, men utover det kan den bestemmes helt generelt. Man behøver ikke å ta hensyn til hvor i landet man er, eller tenke på avsetningsforholdene.

2. Man kan ta sikte på å finne den planteavstand som gir det beste økonomiske utbytte på skogeierens hånd etter de nåværende omsetningsbestemmelser (eller eventuelt andre). Vurderingen her blir mye vanskeligere og kan ikke bli generell. Den bindes til et bestemt tidspunkt p. g. a. varierende priser på produkter og arbeide og vil dessuten bli forskjellig på ulike steder, ettersom transportforhold og avsetningsmuligheter variererer. Hertil kommer valg av rentefot og endelig muligheten for forandringer i omsetningsbestemmelsene.

3. Man kan ta sikte på å bestemme den planteavstand som gir det beste økonomiske utbytte for skogbruk og treforedlingsbedrifter samlet. Sammen med produksjonen i kubikkmeter er også produksjonen av tørrstoff et viktig grunnlag for vurderingen, ihvertfall når det gjelder treforedlingsindustrien. Gjelder det produksjonen av tremasse er kvistmengden også en betydningsfull faktor. For sagbruksindustrien spiller foruten kvistmengden også avsmalningen av tømmeret en viktig

rolle. Vurderingen er bundet til bestemte tidspunkter og steder som ved punkt 2.

Ved innføring av en kvalitetsmåling som gir skogeierne betaling etter den verdi virket har for industrien, vil vurderingene etter punkt 2 og 3 nærme seg hverandre.

4. Endelig kan en søke å finne den beste planteavstand fra et rent samfunnsøkonomisk synspunkt. Her trekkes ennå flere momenter inn, som utnyttelsen av arbeidskraften, mulighetene for frø- og planteforsyning, valutabehov o. fl. mens forrentningen kommer mer i bakgrunnen. De første momentene her gjelder også mer og mer de større private skogbedrifter.

Uansett fra hvilke synspunkter en vil forsøke å bestemme den beste planteavstand, så blir hovedgrunnlaget for vurderingen alltid kjennskapet til hvorledes plantninger — plantet med forskjellig avstand — utvikler seg med hensyn på masseproduksjon, dimensjonsfordeling og kvalitet.

Her vil bli omtalt planteavstandsforsøk med gran og hovedhensikten er å bidra til å belyse planteavstandens innflytelse på produksjonen og bestandsutviklingen.

II. Beskrivelse av Fossumfeltene.

I 1939 ble Det norske Skogforsøksvesen gjort oppmerksom på en del kulturbestand som er plantet med forskjellig planteavstand på godseier HERMAN LØVENSKIOLDS eiendom Fossum ved Skien. Skogforsøksvesenet fikk anledning til å legge prøveflater i bestandene, og arbeidet med dette ble utført våren 1940 av professor EIDE.

Feltene er plantet av kammerherre LEOPOLD LØVENSKIOLD på tidligere innmark i årene 1905—09, ca. 40 m o. h. med 5 forskjellige planteavstander. (se tabell 1.)

Felt A (1,25 × 1,40 m) er plantet på svak til middels sterk hellende mark mot øst (helning 5—20°). Avstanden mellom planteradene varierer mellom 1,39 m og 1,45 m, og treavstanden i radene mellom 1,22 m og 1,29 m. Radene er forskjøvet i forhold til hverandre, slik at plantene i en rad står

overfor mellomrommene i naboradene, og danner et uregelmessig trekantforband.

Ved anlegget av feltet ble jordbunnen beskrevet slik: 2—3 cm strø, vesentlig grannåler, den nederste 1 cm endel formoldet. Ca. 30 cm sandblandet mold delvis med dobbeltstruktur.

Felt B (1,40 × 1,65 m) er plantet på flat mark (helning $< 5^g$) med en avstand på 1,40 m mellom radene og 1,65 m mellom trærne i raden. Radene er forskjøvet i forhold til hverandre. Dette tilsvarer et regelmessig trekantforband med side ca. 1,65 m. Planteantallet pr. hektar blir meget nær det samme som for planteavstand 1,50 × 1,50 m.

Jordbunnsbeskrivelse: Ca. 2 cm strø, vesentlig grannåler, 25—40 cm leirmold med dobbelstruktur.

Feltene C^I og C^{II}. (2,0 × 2,0 m) er plantet på flat mark, med nokså nøyaktig 2,00 m mellom radene og 2,00 m mellom trærne. Radene er forskjøvet i forhold til hverandre.

Jordbunnsbeskrivelse: Ca. 2 cm strø, vesentlig grannåler, 25—30 cm leirmold med dobbeltstruktur.

Felt D (3,0 × 3,0 m) er plantet på flat til svakt hellende mark (helning $<10^g$) mot nord-vest med 3,00 m (opptil 3,04 m) mellom radene og 3,00 m (opptil 3,02 m) mellom trærne i radene. Radene er forskjøvet i forhold til hverandre.

Jordbunnsbeskrivelse: Ca. 2 cm strø, vesentlig granmåler. Derunder et svart lag som består av en blanding av humuspartikler, finsand og leirpartikler, samt endel kull, slagg og mursteinsbiter. Dette lag hadde delvis grynet struktur og er av varierende tykkelse. Et sted ble leire påtruffet i 25 cm dyp, andre steder lå leirlaget dypere enn 55 cm.

Felt E (3,50 × 3,50 m) er plantet på flat til svakt hellende mark mot nord. Planteavstanden på dette feltet er noe uregelmessig. Avstanden mellom radene varierer fra 3,42 m til 3,75 m og avstanden mellom trærne i radene fra 3,50 m til 3,95 m. Radene er forskjøvet i forhold til hverandre.

Midlere avstand er på grunnlag av treantallet og feltets størrelse beregnet til ca. 3,50 m.

Jordbunnsbeskrivelse: Ca. 2 cm strø, vesentlig grannåler, 15 cm leirmold med dobbeltstruktur.

Vegetasjonen var meget sparsom på alle feltene. På feltene

D og E var det bare strødekke. De andre feltene hadde sparsomme innslag av *Hylocomium splendens, Equisetum silvaticum, Veronica officinalis, Luzula pilosa* og enkelte planter av bl. a. *Viola Riviniana, Anemone nemorosa, Majanthemum bifolium, Oxalis acetosella, Geranium silvaticum* og dessuten endel frøplanter av *Sorbus aucuparia.*

Før Skogforsøksvesenet la ut prøveflatene, var det tynnet i feltene A og B, og foretatt en lett rensking i C^{I}, C^{II} og E. Stubbene ble talt opp og volumet av de uttatte trærne beregnet på grunnlag av stubbediameterne. Selv om denne beregning ikke kan gi trærnes eksakte volum, er avvikelsene neppe av en slik størrelse at det betyr noe i de samlete produksjonstall. Det uttatte virket fra disse første tynningene og renskingen er inkludert i tallene for 1940. Feltene er blitt tynnet og oppmålt av Skogforsøksvesenet i alt 4 ganger, og all blinkingen er utført av professor EIDE. Siste revisjon ble foretatt høsten 1949. Størrelsen på feltene og alderen framgår av tabell 1.

Tabell 1.

Alder og størrelse på feltene

Age and Area of the Plots.

Felt *Plot*	Plante-avstand *Spacing* (m).	Areal (ha) *Area (hectare)*	Alder høsten 1949 *Age autumn 1949*	Antall aldersbestemte trær *Number of trees on which the age is counted*	Feltets kartoteknummer *Plot no. in file*
A	1,25 × 1,40	0,1253	44	33	461
B	1,40 × 1,65	0,1890	44	30	460
C^{I}	2,0 × 2,0	0,2064	48	32	459I
C^{II}	2,0 × 2,0	0,1981	48	27	459II
D	3,0 × 3,0	0,1134	45	18	462
E	3,5 × 3,5	0,2358	47	12	463

Det er gitt endel resultater fra disse feltene tidligere. KLEM har således undersøkt vedens kvalitet og kvaliteten av den

sulfitcellulose som en fikk fra de forskjellige bestandene i 1940 (KLEM 1942).

Videre er det gitt noen opplysninger om bestandene i lederen for Den 6. nordiske Skogkongress (1947), og på grunnlag av disse opplysningene har det foregått en del diskusjoner i Tidsskrift for Skogbruk (KLEM 1947 og 1948, HASLUND 1947, BØRSET 1947).

De aldersoppgaver som tidligere er gitt, og som avviker endel fra de nye, grunner seg på de trær som ble felt og boret ved anlegget av feltene i 1940. Ved revisjonene siden er det felt atskillige prøvetrær og alderen er bestemt på alle disse. Den alderen som er gitt opp her, er derfor bestemt på betydelig flere trær og må ansees for å være temmelig sikker. Unntatt herfra er muligens felt E, hvor alderen er bestemt bare på 12 trær.

Her skal en forøvrig gjøre oppmerksom på at ved KLEMS undersøkelser i 1940 (KLEM 1942) ble 3 av prøvetrærne tatt ut i et 2,50 × 2,50 m bestand. Da dette bestandet var i minste laget for å få lagt ut et tilfredsstillende forsøksfelt, ble feltet i stedet lagt i et tilstøtende bestand med planteavstanden 3,00 × 3,00 m. KLEMS oppgaver fra 1940 gjelder således ikke felt D.

Feltene C^{I} og C^{II} ligger i samme bestand, men C^{II} er tynnet sterkere enn C^{I}. Tabellene 2—7 gjengir treantall, diameter m/b, høyde og kubikkmasse m/b av de uttatte trær ved hver av revisjonene og for stående trær høsten 1949. Et sammendrag er dessuten gitt i tabell 8. Romertallene ved siden av årstallene i tabellene angir måneden da revisjonen ble utført.

III. Virkningen av de forskjellige planteavstandene på bestandsutviklingen.

1. Treantallet.

Da det ikke foreligger noen opptegnelser om grunnleggelsen av plantningene er det ikke mulig helt nøyaktig å si hvor mange planter som opprinnelig er satt ut i hvert bestand. En vet heller ikke sikkert om det er foretatt suppleringsplanting i noen av bestandene.

Tabell 2.

Felt A. Planteavstand 1,25 × 1,40 m. Alder 44 år.

Plot A. Spacing 1,25 × 1,40 m. Age 44 Years.

Diameter *Diameter* (cm.)	Felte trær pr. ha *Thinnings per hectare*												Stående trær pr. ha *Main crop per hectare*		
	1940 V			1943 IX			1946 X			1949 IX			1949 IX		
	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*
4— 5	303	5,5	0,91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6— 7	383	8,8	5,70	8	6,60	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8— 9	678	11,3	22,40	16	13,9	0,88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10—11	567	12,8	34,09	24	13,7	1,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12—13	247	14,9	23,29	64	15,3	6,77	40	16,3	4,17	40	14,9	4,06	24	16,6	2,88
14—15	215	16,2	29,22	80	16,8	12,04	48	17,2	6,60	48	18,1	7,55	96	18,0	16,90
16—17	64	17,1	11,59	56	18,1	11,93	56	19,1	12,07	40	19,4	8,68	152	19,2	34,78
18—19	8	17,5	1,88	8	19,5	2,17	32	19,6	8,42	80	19,9	21,67	191	20,7	56,65
20—21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	21,6	11,51	199	21,8	76,25
22—23	—	—	—	—	—	—	8	21,0	3,17	16	22,3	7,58	168	22,7	79,14
24—25	—	—	—	—	—	—	8	22,1	4,08	16	21,7	7,81	80	23,4	44,47
26—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	24,1	30,59
28—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	24,9	12,38
Sum	2 465		129,08	256		35,49	192		38,51	272	68,86		974		354,04

Tabell 3.

Felt B. Planteavstand 1,40 × 1,65 m. Alder 44 år.

Plot B. Spacing 1,40 × 1.65 m. Age 44 Years.

Diameter *Diameter* (cm.)	Felte trær pr. ha *Thinnings per hehtare*												Stående trær pr. ha *Main crop per hectare*		
	1940 V			1943 IX			1946 X			1949 IX			1949 IX		
	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*
4— 5	286	5,5	0,86	6	4,0	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6— 7	180	8,8	2,70	26	7,5	0,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8— 9	249	11,3	8,21	26	11,0	1,03	21	10,5	0,64	16	12,7	0,70	5	11,6	0,22
10—11	259	12,8	15,56	58	12,2	3,21	26	12,6	1,60	21	14,0	1,57	11	15,7	0,83
12—13	206	14,8	19,13	21	14,4	2,09	53	16,4	6,08	32	15,9	3,34	42	16,0	4,59
14—15	206	16,2	27,84	48	16,1	7,09	58	16,9	8,76	26	17,1	4,10	48	16,8	7,37
16—17	143	17,1	25,74	11	16,9	1,97	74	17,9	14,70	37	19,2	8,03	85	19,0	19,44
18—19	37	17,5	8,70	—	—	—	26	18,9	7,05	37	19,6	9,30	143	19,8	41,31
20—21	53	17,7	15,34	—	—	—	53	19,7	16,38	37	20,3	12,13	249	20,2	85,66
22—23	5	18,4	1,75	—	—	—	5	20,5	2,06	21	20,8	8,73	190	21,3	83,13
24—25	—	—	—	—	—	—	11	20,1	5,13	5	22,5	3,31	90	21,2	44,21
26—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	21,8	18,15
28—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	22,3	10,47
30—31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	21,5	3,58
Sum	1 624		125,83	196		15,81	327		62,40	233		51,21	916		318,96

Tabell 4.

Felt C^I. Planteavstand 2,0 × 2,0 m. Alder 48 år.

Plot C^I. Spacing 2,0 × 2.0 m. Age 48 Years.

Diameter *Diameter* (cm.)	Felte trær pr. ha *Thinnings per hectare*												Stående trær pr. ha *Main crop per hectare*		
	1940 V			1943 IX			1946 X			1949 IX			1949 IX		
	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*
4— 5	19	5,5	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6— 7	39	8,8	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8— 9	34	11,3	1,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10—11	34	12,8	2,00	19	13,1	1,10	15	13,2	0,94	5	15,6	0,30	—	—	—
12—13	87	14,8	8,10	—	—	—	10	16,2	1,06	5	17,5	0,60	5	17,6	0,63
14—15	78	16,2	10,65	10	17,3	1,51	10	17,0	1,43	24	18,4	3,81	19	18,4	3,56
16—17	87	17,1	15,71	5	18,0	0,96	24	19,1	5,22	24	18,6	4,86	15	19,9	3,49
18—19	87	17,5	20,66	5	18,0	1,15	39	20,0	10,62	24	20,7	6,91	68	20,7	20,57
20—21	82	17,8	23,74	—	—	—	39	20,9	13,82	48	21,5	17,77	136	21,8	52,82
22—23	39	18,4	12,89	—	—	—	15	21,2	6,37	29	22,3	13,63	179	22,5	83,67
24—25	—	—	—	5	19,8	2,07	10	22,3	4,84	19	22,8	9,82	160	22,7	85,80
26—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	23,1	59,21
28—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	23,4	7,09	102	23,4	71,55
30—31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	23,6	11,72
Sum	586		95,54	44		6,79	162		44,30	188		64,79	796		393,02

Tabell 5.

Felt C^{II}. Planteavstand 2,0 × 2,0 m. Alder 48 år.

Plot C^{II}. Spacing 2.0 × 2.0 m. Age 48 Years.

Diameter *Diameter* (cm.)	Felte trær pr. ha *Thinnings per hectare*												Stående trær pr. ha *Main crop per hectare*		
	1940 V			1943 IX			1946 X			1949 IX			1949 IX		
	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*
4— 5	25	5,5	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6— 7	35	8,9	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8— 9	30	10,6	0,94	5	10,6	0,17	—	—	—	5	12,2	0,22	5	11,8	0,23
10—11	46	12,2	2,52	10	12,7	0,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12—13	15	14,9	1,46	10	14,5	0,92	5	16,2	0,65	5	16,1	0,50	—	—	—
14—15	121	15,8	16,32	26	15,8	3,36	5	16,8	0,74	5	19,1	0,92	5	19,3	0,97
16—17	126	17,1	23,07	—	—	—	—	—	—	10	18,8	2,26	15	17,4	2,98
18—19	142	17,5	33,21	5	18,9	1,26	20	19,8	5,75	36	20,0	9,80	66	20,3	19,71
20—21	136	18,5	39,29	5	18,9	1,70	10	20,1	3,40	30	21,3	10,73	56	20,0	19,20
22—23	46	18,5	15,58	—	—	—	10	21,2	4,48	15	22,3	6,57	121	22,0	54,68
24—25	5	18,5	2,11	—	—	—	10	21,3	4,77	15	22,9	7,79	116	22,0	59,97
26—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	22,9	12,68	121	23,1	76,07
28—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	22,8	6,50	101	23,6	72,03
30—51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	23,5	27,77
32—33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	23,2	4,30
34—35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	24,3	4,99
36—37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	23,5	5,14
Sum	727		135,17	61		8,02	60		19,79	151		57,97	656		384,04

Tabell 6.

Felt D. Planteavstand 3,0 × 3,0 m. Alder 45 år.

Plot D. Spacing 3.0 × 3.0 m. Age 45 Years.

Diameter *Diameter* (cm.)	Felte trer pr. ha *Thinnings per hectare*												Stående trær pr. ha *Main crop per hectare*		
	1940 V			1943 IX			1946 X			1949 IX			1949 IX		
	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde (m) *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*
10—11	9	14,9	0,55	—	—	—	9	11,0	0,44	—	—	—	—	—	—
12—13	18	13,4	1,19	18	13,8	1,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14—15	—	—	—	18	15,0	2,22	—	—	—	9	19,3	1,44	—	—	—
16—17	9	16,6	1,64	9	15,2	1,23	—	—	—	9	20,8	2,13	—	—	—
18—19	—	—	—	44	18,4	10,88	—	—	—	—	—	—	44	19,8	12,89
20—21	9	18,1	2,92	44	18,6	12,88	—	—	—	—	—	—	53	20,9	19,19
22—23	18	17,5	6,03	17	19,6	7,42	—	—	—	—	—	—	141	22,2	64,87
24—25	9	18,4	4,38	—	—	—	—	—	—	44	22,9	23,62	97	22,2	51,67
26—27	26	17,7	12,33	—	—	—	—	—	—	53	23,1	32,96	168	22,6	100,62
28—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	22,9	19,60	123	23,0	86,30
30—31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	22,4	7,52	44	22,9	33,28
32—33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	23,0	57,90
Sum	97		28,94	150		35,90	9		0,44	150		87,27	741		426,72

Tabell 7.

Felt E. Planteavstand 3,5 × 3,5 m. Alder 47 år.

Plot E. Spacing 3.5 × 3.5 m. Age 47 years.

Diameter *Diameter* (cm.)	Felte trær pr. ha *Thinnings per hectare*												Stående trær pr. ha *Main crop per hectare*		
	1940 V			1943 IX			1946 X			1949 IX			1949 IX		
	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*	Treantall *Number of trees*	Høyde *Height* (m)	Kubikk (m³) *Volume (cu.m.)*
8— 9	9	11,3	0,28	4	13,6	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10—11	—	—	—	4	10,7	0,19	4	13,2	0,24	—	—	—	—	—	—
12—13	4	14,8	0,39	4	15,0	0,37	4	11,4	0,32	—	—	—	—	—	—
14—15	9	16,2	1,15	4	16,0	0,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16—17	—	—	—	4	17,8	0,74	—	—	—	4	19,2	0,97	9	20,4	2,18
18—19	4	17,5	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	19,9	9,71
20—21	—	—	—	5	17,4	1,05	—	—	—	—	—	—	17	21,2	6,41
22—23	—	—	—	4	18,7	1,43	—	—	—	—	—	—	38	21,3	16,50
24—25	—	—	—	31	18,6	12,32	—	—	—	—	—	—	59	21,5	29,74
26—27	—	—	—	4	19,3	2,15	—	—	—	4	21,5	3,10	110	21,9	63,52
28—29	4	17,7	2,15	4	18,1	2,36	—	—	—	4	21,9	2,72	144	21,9	93,58
30—31	4	17,8	2,66	4	19,9	2,74	—	—	—	4	22,3	3,47	119	22,4	87,72
32—33	4	17,4	2,80	—	—	—	—	—	—	4	22,4	3,81	76	22,4	62,59
34—35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	22,2	8,16	38	22,3	34,42
36—37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	22,2	11,88
38—39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	23,2	9,19
Sum	38		10,43	72		24,18	8		0,56	29		22,23	666		427,44

Tabell 8.

Felt *Plot*	Plante-avstand *Spacing* (m).	Opprinnelig plantet *Number of trees planted*	Alder 1949 IX *Age autumn 1949*	Uttatt masse (m^3) *Thinnings (cu.m).*	Total-produksjon (m^3) *Total yield (cu.m).*	Total prod. ved 44 år (m^3) *Tatal yield at 44 years (cu. m)*	Stående trær 1949IX pr. ha *Main crop autum 1949 per hectare* Antall *Number of trees*	Middel-høyde *Mean height* (m)	Middel-diameter *Mean diameter* (cm)	Kubikk (m^3) *Volume (cu.m)*	Årlig volumtilvekst (m^3 pr. ha) *Annual volume increment (cu.m per hectare)* Middel *Average*	Middel av 10 siste år *Average of the 10 latest years*	Middel av 3 siste år *Average of the 3 latest years*
A	1,25 × 1,40	5 710	44	272,0	626,0	626,0	974	21,8	20,1	354,0	14,2	20,2	17,1
B	1,40 × 1,65	4 580	44	254,7	573,7	573,7	915	20,5	20,5	319,0	13,0	21,9	17,9
C^I	2,0 × 2,0	2 500	48	211,4	604,4	524,8	795	22,6	23,5	393,0	12,6	20,4	18,3
C^{II}	2,0 × 2,0	2 500	48	320,9	568,9	486,3	656	22,5	24,7	348,0	11,9	19,4	17,7
D	3,0 × 3,0	1 110	45	165,0[1]	591,7[1]	556,2[1]	741	22,5	26,0	467,7	13,1[2]	22,3	22,0
E	3,5 × 3,5	815	47	57,4	484,8	433,3	666	22,0	28,3	427,4	10,3	18,8	17,0

[1] Herav 12,4 m^3 or. *Of wich 12,4 cu.m. Alnus sp.*
[2] » 0,3 » « —»— *0,3* » —»—

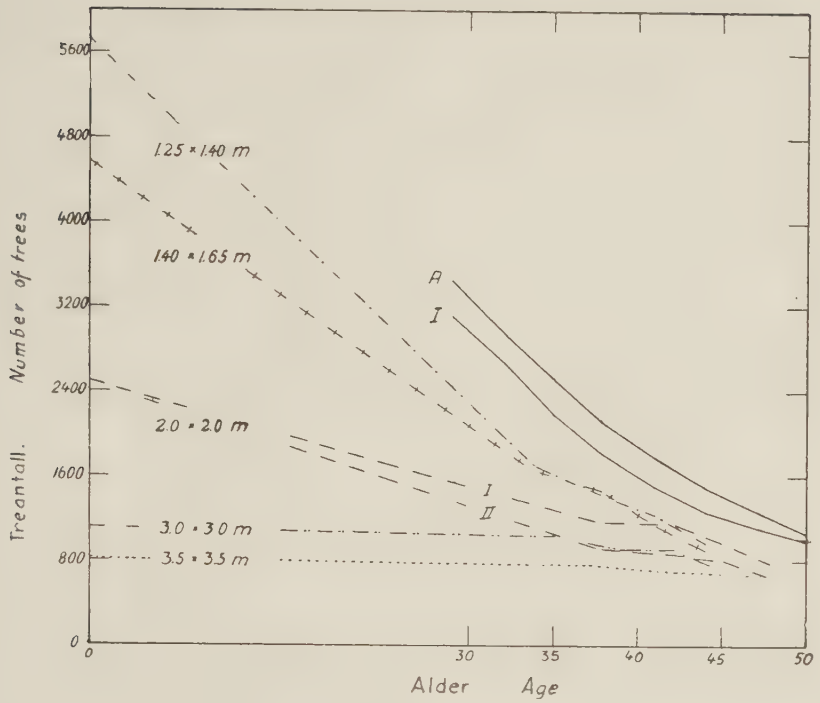


Fig 1. Treantall og alder. Stående trær pr. ha.
Number of trees and age. Main crop per hectare.

På grunnlag av planteavstandene kan en imidlertid regne seg til det omtrentlige antall planter som har vært satt ut. Disse tall er satt inn i tabell 8.

Treantallet på de tetteste feltene er redusert kraftig ved selvtynninger og ved ordinære tynninger. Fig. 1 angir treantallet på feltene sammen med treantallet for Bon. A, tynningsgrad II etter Produksjonstabellene (EIDE og LANGSÆTER 1941) og Bon. I i Vestlandstabellen (BRANTSEG 1951).

Antallet av stående trær etter siste revisjon er ikke særlig forskjellig, idet felt A (1,25 × 1,40 m) nå bare har ca. 45 % større treantall enn felt E (3,5 × 3,5 m), til tross for at det ved starten på felt A ble satt ut 7 ganger så mange trær som på felt E.

Fig. 1 gir i første øyekast inntrykk av at feltene er tynnet særlig sterkt da kurvene for treantallet ligger atskillig under

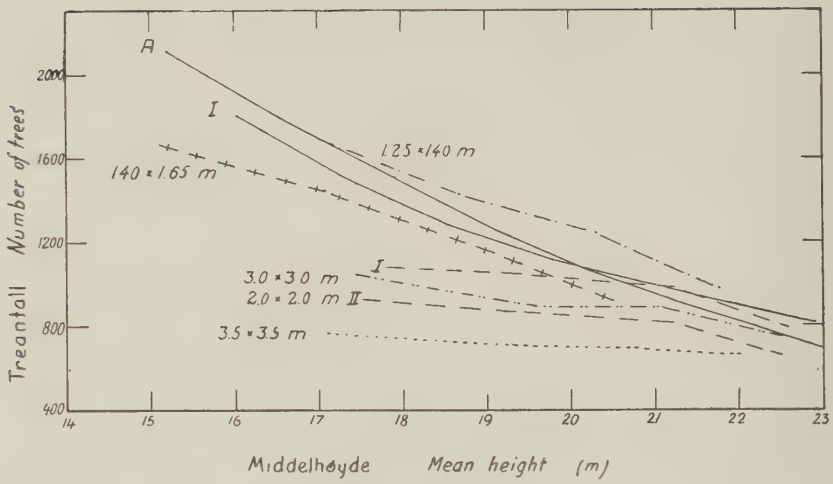


Fig. 2. Treantall og middelhøyde. Stående trær pr. ha.
Number of trees and mean height. Main crop per hectare.

tabellenes både for Østlandet og Vestlandet. Dette er imidlertid ikke tilfelle. Da Fossumfeltene har høyere bonitet enn tabellenes (se 2. høydeutviklingen), er det normalt at de har lavere treantall enn tabellene ved samme alder.

For å få et begrep om tynningsstyrken som er brukt på Fossumfeltene, må en sammenligne treantallet og bestandsmiddelhøyden. Dette er gjort i fig. 2 som viser at etter siste tynning har feltene A, C^{I} og D større eller samme treantall som Østlandstabellen, mens feltene B, C^{II} og E fremdeles ligger endel under. Bestandene har således nå en tetthet som ikke avviker vesentlig fra tynningsgrad II.

2. Høydeutviklingen.

Da feltene ikke er helt like gamle er det vanskelig å sammenligne tallene i tabell 8 direkte. En grafisk oppstilling gir bedre oversikt. I fig. 3 er foruten feltenes høydekurver også tegnet inn høydekurven for bon. A etter Produksjonstabellen og bon. I etter Vestlandstabellen. For det første viser fig. 3 at feltene på Fossum ligger på meget høy bonitet. Høydekurvene ligger atskillig over kurvene både for Vestlandet og Østlandet.

Videre fremgår det av fig. 3 at feltene ikke er helt like

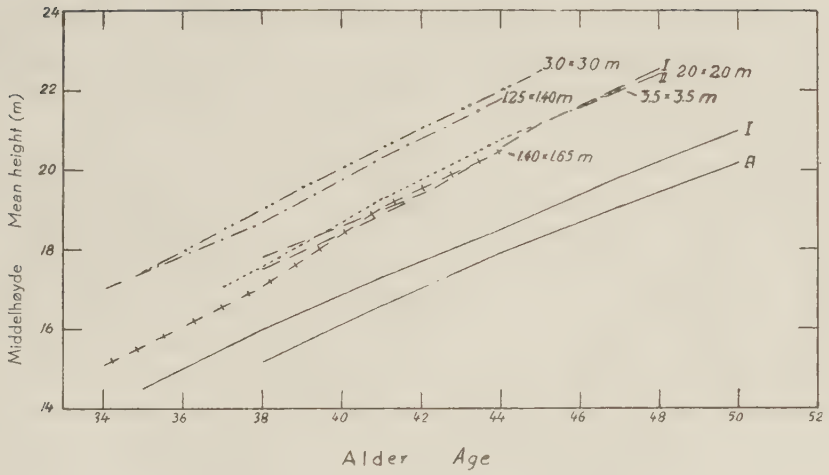


Fig. 3. Middelhøyde og alder. Stående trær.
Mean height and age. Main crop.

med hensyn til høyde. Især er det 2 felter som skiller seg noe ut med større høyde enn de andre, nemlig feltene A (1,25 × 1,40 m) og D (3,0 × 3,0 m). Dette er bestandene som er plantet med den minste avstanden og med den nest største avstanden. Det viser at den større høyde i disse bestandene ikke kan tilskrives noen innflytelse av planteavstanden. Da det ikke er noen grunn til å tro at bestandene er av forskjellige provenienser, må det være en bonitetsforskjell mellom feltene. Jordbunnsbeskivelsene viser at felt D skiller seg endel ut, og dette kan forklare at dette feltet er bedre enn de andre.

Felt A har ved 44 år vel 1 m større middelhøyde enn de 3 siste feltene. Noe av denne høydedifferanse skyldes antagelig den indirekte høydetilvekst. På grunn av den store utgangstetthet i denne tetteste plantningen blir det stort utvalg ved tynningene. Da stort sett de beste trærne blir stående igjen, vil dette heve høydetilveksten og dermed middelhøyden noe, men neppe så mye som 1 m. Det er derfor grunn til å tro at også felt A har noe bedre bonitet enn feltene B, C^{I}, C^{II} og E. Beskrivelsen av feltet understøtter også dette, idet felt A er det eneste som har noen helning av betydning og dermed litt grunnvannsig.

Betraktes høydekurvene med disse reservasjoner, er det ikke mulig å påvise noen variasjon i høyde med planteavstanden.

Planteavstandsforsøk med forskjellige bartreslag i planteavstander fra 0,90—2,45 m i Storbrittannia har hittil (20—30 år) ikke vist forskjellig høydeutvikling for de forskjellide planteavstander. (MACKENZIE 1951).

VANSELOW (1942 og 1950) beskriver et planteavstandsforsøk ved Wessling nær München, på omtrent samme alder og bonitet som Fossumfeltene. Forsøket som er meget stort, og ett av de beste som hittil er kjent, omfatter plantninger i kvadratforband med avstandene 1,1, 1,2 1,3 osv. til 2,0 m og i tillegg til disse en plantning med avstanden 4 × 4 m. Heller ikke i dette forsøket viser de forkjellige planteavstandene forskjellig høydeutvikling.

Videre har VANSELOW (1937) beskrevet planteavstandsforsøkene på Köcherhof i Baden. De ligger på en bonitet omkring B etter våre tabeller. Planteavstanden varierer fra 0,5 × 0,5 m oppover til 1,5 × 2 m og resultatet er her det samme. Det er ikke mulig å påvise forskjell i høydeutviklingen.

Et tredje stort forsøk er anlagt på Wermsdorf i Sachsen på bonitet som tilsvarer vår C og med planteavstander opptil 1,98 × 1,98 m og 1,13 × 3,40 m. Forsøket er omtalt av en lang rekke forfattere bl. a. KUNZE (1895, 1899, 1902, 1907) BORGMANN (1915) BUSSE UND JACHN (1928) og FRITSCHE (1928). Forsøket er også omtalt av WIEDEMAN (1936), som sier at det ligger i ekstremt tørt klima og utenfor det naturlige granområde. Dette forsøket viser imidlertid ved 45 år ca. 2 m større høyde for plantningene med de største planteforbandene sammenlignet med de tetteste. Resultatet fra disse feltene blir behandlet nærmere i kap. IV.

VANSELOW (1950) trekker av disse forsøkene den slutning at i de sørtyske områdene med høy nedbør har ikke planteavstanden noen merkbar innflytelse på høydeutviklingen. Den kunstige innflytelse som eventuelt måtte skyldes planteavstanden er så ubetydelig at den fullstendig skjules når bestandet har gode vekstbetingelser. I Nord-Tyskland derimot, utenfor det naturlige utbredelsesområde for gran, hvor det er lite nedbør og fattig jordbunn, ser det ut til at høydetilveksten hemmes noe ved tette plantninger, i forhold til plantninger med større forband.

Høydekurvene fra Fossumfeltene synes å vise at heller

ikke i Norge påvirkes høydeutviklingen merkbart av planteavstanden når vekstbetingelsene er gode. På lavere boniteter har en dessverre ikke noen planteavstandsforsøk hos oss, og det er vanskelig å ha noen mening om tette plantninger også her vil hemme høydetilveksten. Det er imidlertid grunn til å tro at den direkte nedbøren spiller relativt mindre rolle i Norge hvor det på grunn av terrenget de fleste steder er mer eller mindre bevegelse i grunnvannet. Derimot må en regne med at temperaturen spiller en større rolle her enn i Tyskland. Inntil en får sikre forsøksresultater, er det derfor tryggest å regne med at det også hos oss finnes mark hvor tette og overtette plantninger får høydetilveksten hemmet p. g. a. stor konkurranse om vann og næring, eller p. g. a. nedsatt omsetning i jordbunnen.

3. Oppkvistingen.

Avstanden fra marken til nederste grønne gren på stammen blir målt på prøvetrærne ved revisjonene. På grunnlag av disse målingene er den grønnne krones lengde regnet ut og satt i prosent av treets høyde.

Kroneprosentene for feltene er for stående trær høsten 1946 stilt opp diameterklassevis i tabell 9 (Målingene 1949 er ikke fullstendige nok for utregning av kroneprosentene).

Tabell 9 viser ganske overraskende en tendens til at feltene med de største planteavstandene har den minste kroneprosent, det vil si at oppkvistingen er gått raskere der enn i de tette plantningene. Grunnen til dette er sannsynligvis at feltene med de store planteavstandene nå er minst like tette som de andre. Således viser tabell 8 at feltene D og E har størst stående masse.

Kvistene er imidlertid tykkest i de glisne bestandene, men med økende alder vil forskjellen i kvistmengde (uttrykt i prosent) delvis utjamne seg (se KLEM 1952).

4. Diameterutviklingen.

I alle planteavstandsforsøk som hittil er kjent, har de største planteforband gitt den største diametertilvekst, og Fossumfeltene danner ingen unntakelse. Fig. 4 viser bestands-

Tabell 9.

Kroneprosenter stående trær høsten 1946.

Crown Percentages Autumn 1946.

Diameter *Diameter* (cm)	Felt — *Plot*					
	A	B	C^I	C^{II}	D	E
8 — 9		51,85		45,17		
10 — 11	55,20	51,96				
12 — 13	47,86	53,10	47,96	43,57		
14 — 15	43,97	57,96	42,49	47,87	38,30	
16 — 17	42,95	57,07	45,32	59,40	47,97	46,57
18 — 19	49,26	54,18	50,59	53,10	45,36	48,03
20 — 21	52,11	57,94	47,21	49,81	48,59	49,39
22 — 23	51,89	62,13	49,44	55,57	46,25	47,57
24 — 25	62,08	55,11	55,34	55,91	45,70	51,07
26 — 27	53,67	51,45	57,09	61,98	50,43	48,20
28 — 29		63,54	50,54	58,33	49,36	46,90
30 — 31			57,44	64,08	50,58	51,76
32 — 33				66,04		48,23
34 — 35				54,73		48,43
36 — 37						47,77
Middel *Average*	51,72	56,03	50,34	55,05	47,91	48,54

middeldiameteren for Fossumfeltene sammen med middeldiameteren for Bon. A, tynningsgrad II i Produksjonstabellene og Bon. I i Vestlandstabellen.

I motsetning til høydeutviklingen er diametertilveksten meget følsom overfor varierende planteavstand. Største diameter finner en i bestandet med den største planteavstand og omvendt. Det er ikke noe brudd i rekkefølgen. Feltene A og B har imidlertid tidligere vekslet om minste diameter. Da det ikke er noen stor differanse i planteavstand mellom disse feltene, og felt A skiller seg noe ut i bonitet, er ikke dette noe påfallende.

Som fig. 4 viser, er middeldiameteren på Fossumfeltene endel større enn Produksjonstabellene og for de fleste feltenes vedkommende også noe større enn Vestlandstabellens.

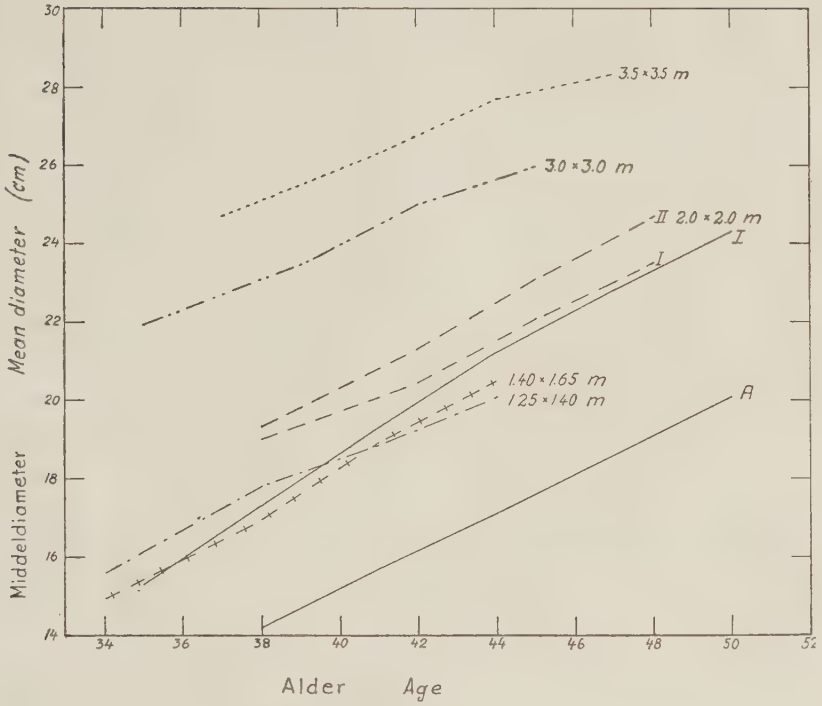


Fig. 4. Middeldiameter og alder. Stående trær.
Mean diameter and age. Main crop.

I den undersøkte periode 1940—1949 går imidlertid kurvene nokså parallelt med tabellenes kurver. Det vil si at diametertilveksten i siste 10 år har vært lik på alle feltene og i nærheten av tabellenes normalverdier. Den ekstra tilvekst som diameteren har fått i forhold til tabellene må feltene ha hatt i en tidligere periode.

For å undersøke vekstforløpet litt nærmere ble 3 trær fra hvert bestand undersøkt med hensyn på diameterutvikling i brysthøyde i 1951. De undersøkte trær hadde diameter i nærheten av middeldiameteren, og middelverdiene for hvert bestand er tegnet inn i fig. 5. Diametertilveksten er til å begynne med temmelig lik for alle feltene. Ved 12—15 års alder begynner diametertilveksten i de 2 tetteste plantningene å avta noe. Etter 20 års alder holder den seg noenlunde konstant. Felt C^1 (2,0 × 2,0 m) har konstant diametertilvekst (omtrent rett

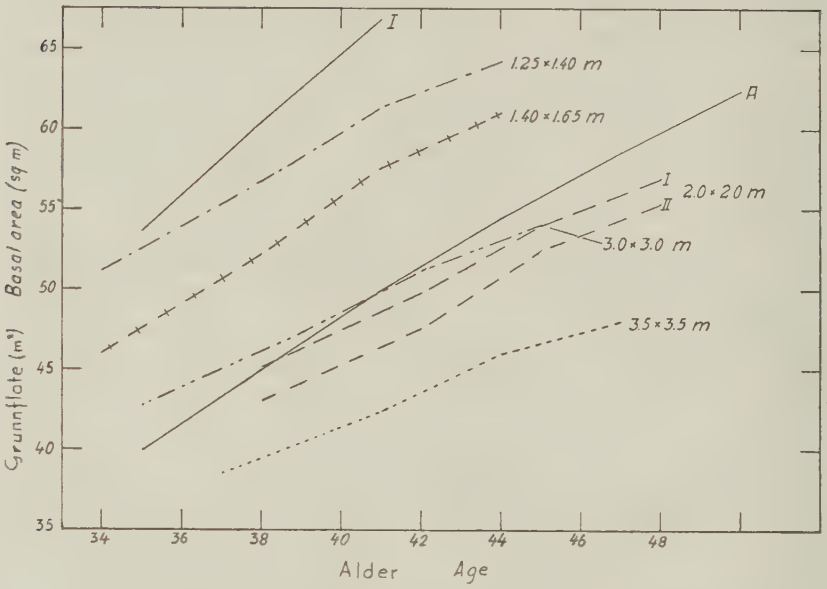


Fig. 6. Total grunnflate pr. ha. og alder.
Total basal area per hectare and age.

totale produksjon i grunnflate. Felt D ligger noe høyere enn planteavstandene skulle tilsi, men forklaringen har en antagelig i den høyere bonitet som dette feltet har. Det samme er tilfelle med felt A.

Det forsprang som de tette plantningene får i forhold til de glisne, må bero på at de tette plantningene meget tidligere utnytter jordbunnen fullt ut. I plantninger med stort forband går det lenger tid før bestandet vokser seg så tett at dette skjer.

Allerede ved første tynning reduseres grunnflaten så sterkt i de tette plantningene at stående grunnflate blir minst i disse. Etter tynningen i 1949 er forholdet det samme, idet felt A har 30,9 m² stående grunnflate mens felt E har hele 42,9 m² grunnflate pr. ha.

Når bestandene har nådd det stadium at de utnytter jordbunnen, skulle en ikke vente noen vesentlig forskjell på grunnflatetilveksten uansett det opprinnelige planteforbandet. Fig. 6 og tabell 10 viser likevel en tendens til at plantningene med store forband har mindre grunnflatetilvekst enn de tette på tross av de har hatt den største stående grunnflate i perioden.

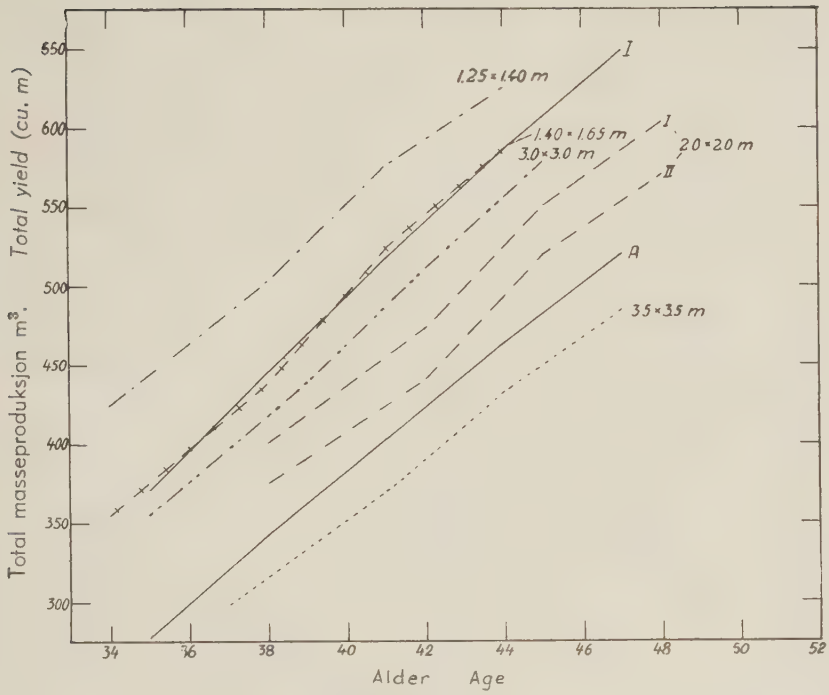


Fig. 7. Total masseproduksjon pr. ha. og alder.
Total yield per hectare and age.

EIDE og LANGSÆTER (1941 s. 392) har vist at grunnflatetilveksten under ellers like forhold er omvendt proporsjonal med bestandsmiddeldiameteren, slik at en i 2 bestand med samme grunnflate kan vente den største grunnflatetilvekst hvor bestandsmiddeldiameteren er minst. På Fossumfeltene er bestandsmiddeldiameteren på felt A 20,1 cm og felt E 28,3 cm, så forskjellen i middeldiameter er betraktelig. At de glisne plantningene har hatt mindre grunnflatetilvekst enn stående grunnflate skulle betinge, stemmer derfor helt med hva EIDE og LANGSÆTER fant.

6. Masseproduksjonen.

I de forsøk som hittil er kjent, har jevnt over de tetteste plantningene gitt den største totale masseproduksjon. For Wesslingfeltene er masseproduksjonen (inntil 42 år) både total

og som Derbholz (med 7 cm topp) størst på planteavstandene 1,2—1,3 m.

På Köcherhof er det liten forskjell ved 65 års alder, men det er tendens til at planteavstander på ca. 1 m har hatt litt større total masseproduksjon enn de andre feltene. Derbholzproduksjonen derimot har vært noe større på feltene med planteavstander oppover til 2 × 1.5 m. Imidlertid er differansene på Köcherhoffeltene så små at en ikke kan tillegge dem noen betydning.

På Wermsdorf har den tetteste plantningen (0,85 × 0,85 m) gitt den største masseproduksjon, inntil 62 år, mens 1,13 × 1,13 m har gitt mest Derbholz, og her er forskjellene endel større enn på Köcherhof.

Den totale masseproduksjon for Fossumfeltene er stilt opp i fig. 7 og resultatene stemmer med dem som de tyske forsøkene har gitt. Den tetteste plantningen har produsert den største masse, selv om felt A som nevnt må bedømmes med noe forbehold. Videre synker masseproduksjonen med stigende planteavstand. En unntakelse er felt D (3,0 × 3,0 m) som p. g. a. høyere bonitet faller ut av rekken og har gitt større produksjon enn feltene C^{I} og C^{II} (2,0 × 2,0 m).

Kurvene går på det nærmeste parallelt, så de differanser som det er mellom feltene, var oppstått før Skogforsøksvesenet la ut feltene, dvs. før 35 års alderen. Etter den tid har alle bestandene hatt omtrent samme produksjon, og det er grunn til å tro at de også en tid framover vil produsere omtrent likt, siden alle bestandene nå står med full tetthet.

Grunnen til differansene på totalproduksjonen er sikkert, som også nevnt for grunnflaten, at bestandene med de store planteforbandene i en ungdomsperiode ikke har utnyttet markens produksjonsevne fullt ut.

Setter en felt B (1,40 × 1,65 m, som altså tilsvarer ca. 1,5 × 1,5 m) som norm, så har produksjonstapet ved å plante med 2 × 2 m avstand på feltene C^{I} og C^{II} blitt ca. 50 m^3 og 90 m^3 pr. ha. Ved 3,5 × 3,5 m avstand er produksjonstapet ca. 140 m^3. Planteavstandene 3,0 × 3,0 m ville på samme bonitet antagelig hatt et produksjonstap av størrelsesorden 110 — 120 m^3 pr. ha. På Fossum var dette bare 16 — 17 m^3.

Omvendt kan en si at en i forhold til plantninger på 1,5

× 1,5 m får en produksjonsgevinst ved å plante tettere. Felt A (1,25 × 1,40 m) har gitt en slik gevinst på ca. 40 m² pr. ha. På samme bonitet som felt B ville imidlertid denne gevinst ikke blitt så stor og neppe over 15—20 m³ pr. ha.

Som det framgår av tabellene 2—7 er hele den merproduksjon som de tette plantningene har hatt i forhold til de glisne, tatt ut ved de 3—4 første tynningene til dels i forholdsvis små dimensjoner.

Endel av figurene bl. a. kurvene for middeldiameter og grunnflate viser at det er en tendens til avtagende tilvekst i perioden 1946—49. Denne tendensen gjør seg også gjeldende på omtrent alle de andre feltene som Skogforsøksvesenet har på Østlandet, og grunnen må antagelig søkes i sommeren 1947 som var ekstremt tørr.

Den produserte kubikkmasse er fordelt på 2 grupper, nemlig den delen som er produsert før bestandene sluttet seg, og som består av ved med brede årringer (4—6 mm) og den delen som er produsert etter dette tidspunkt. Denne veden har midlere årringbredde (ca. 2 mm).

Overgangen fra brede årringer til midlere er ikke skarp (se 4. diameterutviklingen og 7 formutviklingen), og det er ikke mulig eksakt å dele den produserte kubikkmasse på de 2 årringbredder. Da det imidlertid har stor interesse å vite hvor mye masse som er produsert i hver kategori, er det med støtte i kurvene for diameterutviklingen og kurvene for totalproduk-

Tabell 11.

Produsert masse pr. ha før bestandene slutter seg (brede årringer).
Prodused volume per hectare before the closing of stands (broad annual rings).

Felt *Plot*	Kubikk (m³) *Volume (cu.m)*	Ved alder *At the age of*
A	50	18
B	60	20
C I-II	100	24
D	180	28
E	220	33

sjonen tatt ut det volum som tilnærmet er produsert på hvert felt før årringbredden i brysthøyde innstilte seg på den nåværende midlere verdi. Det volumet som er produsert i overgangstiden med synkende årringbredder fra 4—6 mm ned til ca. 2 mm i brysthøyde er således inkludert i volumet med brede årringer.

De tilnærmete verdier er satt opp i tabell 11, sammen med alderen på feltene da denne masse var produsert. Produsert masse med midlere årrringbredde fåes som differansen mellom totalproduksjonen og ovenstående tall.

I de tetteste plantningene er det bare produsert 50—60m³ masse før årringbredden er sunket ned til ca. 2 mm i brysthøyde. I bestand E består 220 m³ eller nesten halvparten av totalproduksjonen hittil av ved med brede årringer.

Volumvektene og endel andre egenskaper er bestemt særskilt for de 2 vedtypene (se KLEM 1952).

7. Formutviklingen.

Det er tidligere nevnt at diametertilveksten er sterkt avhengig av planteavstanden, mens høydetilveksten ikke, eller bare i ubetydelig grad varierer med tettheten. På de trærne, som ble felt høsten 1951, er det foretatt stammeanalyser. I fig. 8 og 9 er gjengitt et typisk tre fra hvert av feltene A, C^I og E hvor 3dje hver årring er tegnet inn. Figurene viser at årringene i brysthøyde er brede til å begynne med. Etter en tid — varierende med planteavstanden — avtar årringbredden relativt raskt til en ny og noenlunde stabil verdi, som antagelig er direkte avhengig av bestandstettheten. Lenger opp på stammen avtar ikke årringbredden så raskt (se f. eks. fig. 9) og høydetilveksten fortsetter omtrent som før. Derfor får trærne stadig bedre form. Særlig gjelder dette de glisne plantningene. Trærne i den tetteste plantningen har relativt tidlig i bestandets liv innstilt seg på den form som bestandstettheten her betinger. I bestand E (3,5 × 3,5 m) hvor trærne i 25—30 år har stått fritt, begynte denne omstilling av formen til bestandsmiljø forholdsvis sent og formforbedringen fortsetter fremdeles.

For å få et tallmessig uttrykk for formforandringene er forholdet mellom diameter u/b i brysthøyde og høyden ÷

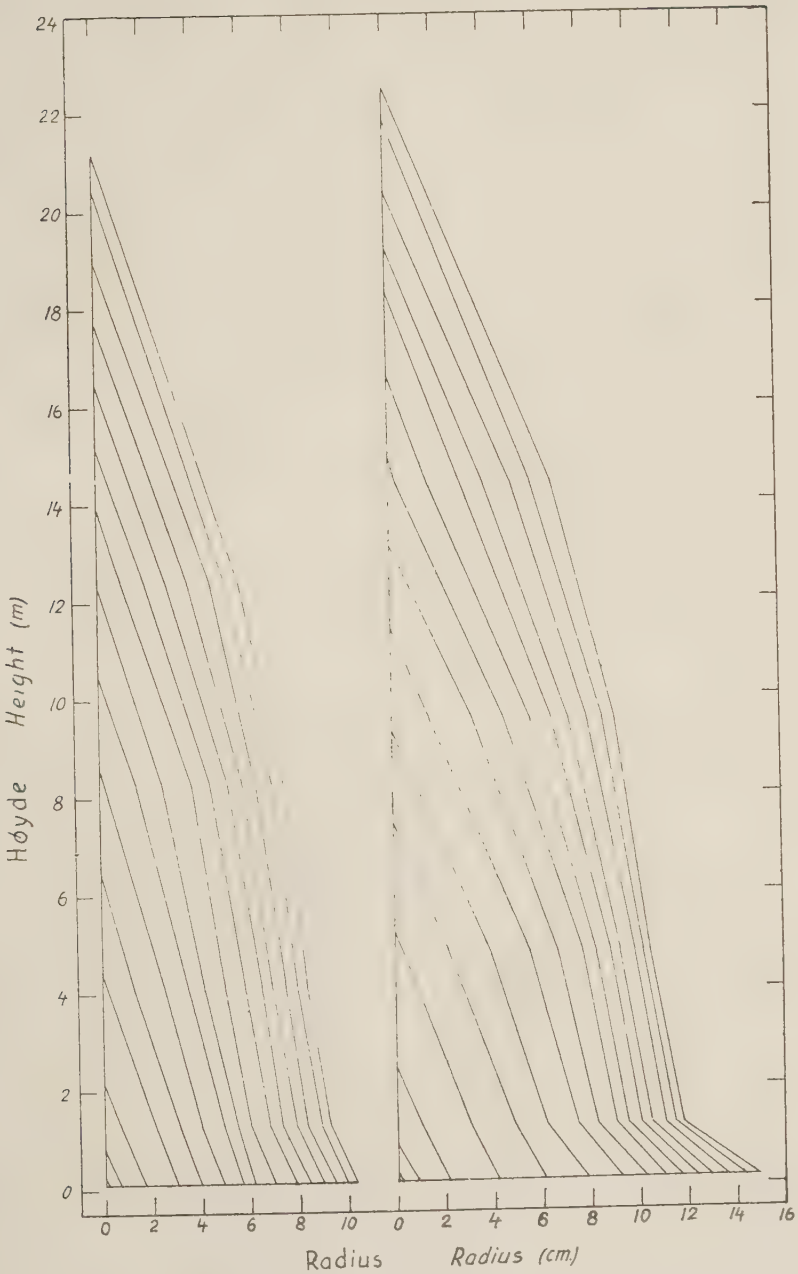


Fig. 8. Stammeanalyse av et tre fra felt A (venstre) og av et fra felt C^1 (høyre).

Analysis of a stem from plot A (left) and of one from plot C^1 (right).

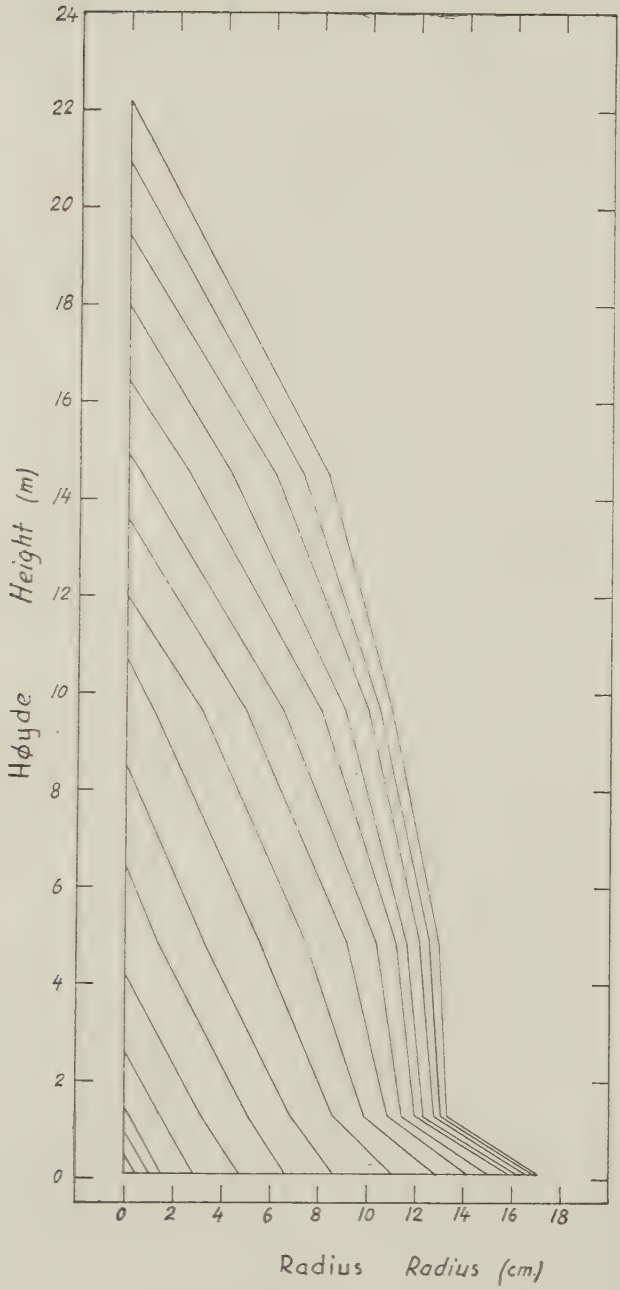


Fig. 9. Stammeanalyse av et tre fra felt E.
Analysis of a stem from plot E.

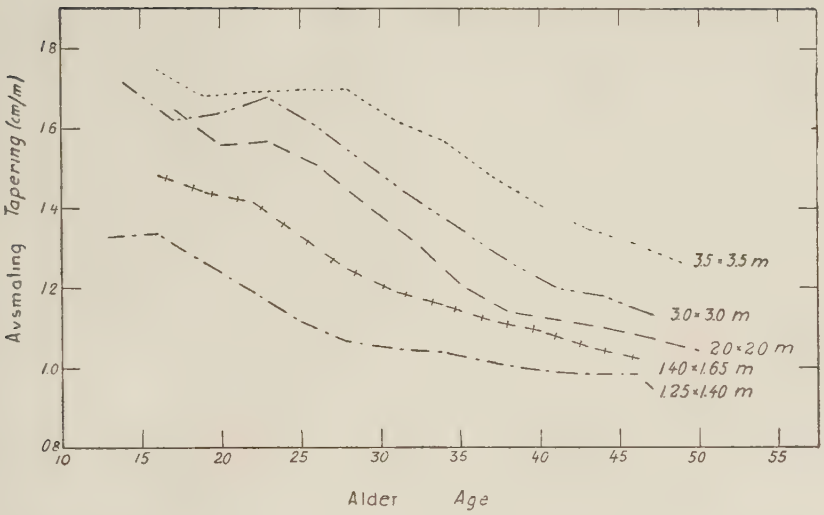


Fig. 10. Gjennomsnittlig avsmaling. Middel av 3 trær fra hvert felt.
Average tapering. Average of 3 trees from each plot.

Tabell 12.

Gjennomsnittlig avsmalning cm/m

Average tapering cm/m.

År *Year*	Felt — *Plot*				
	A	B	C[I]	D	E
1918	1,36		1,65	1,72	1,75
1921	1,38	1,48	1,56	1,62	1,68
1924	1,27	1,44	1,57	1,64	1,69
1927	1,19	1,42	1,51	1,68	1,70
1930	1,12	1,33	1,42	1,61	1,70
1933	1,07	1,25	1,32	1,52	1,62
1936	1,05	1,19	1,21	1,43	1,57
1939	1,04	1,16	1,14	1,35	1,48
1942	1,01	1,12	1,12	1,27	1,41
1945	0,99	1,09	1,10	1,20	1,35
1948	0,98	1,05	1,07	1,18	1,31
1951	0,98	1,02	1,04	1,13	1,26

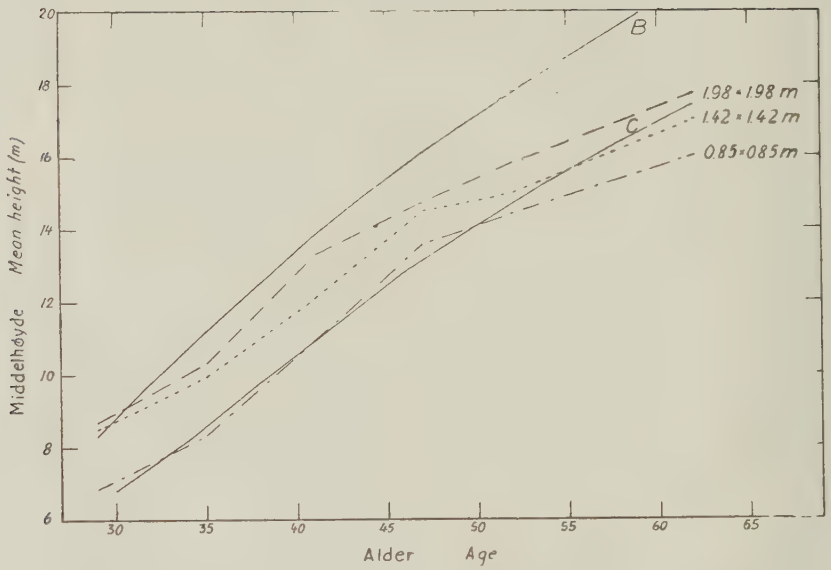


Fig. 11. Middelhøyde og alder. Stående trær. — Wermsdorf.
Mean height and age. Main crop. — Wermsdorf.

1,3 m — dvs. gjennomsnittlig avsmalning ovenfor brysthøyde i cm/m—regnet ut for 3dje hvert år på de stammeanalyserte trærne.

Tabell 12 viser dette forholdet i gjennomsnitt for de 3 trærne fra hvert felt, og resultatet er satt opp grafisk i fig. 10.

Figuren viser at omstillingen av formen begynner til forskjellig tid. På felt A setter formforbedringen inn ved 15—16 års alder mens den på felt E først kommer i 27—28 års alder. (jfr. fig. 5).

Det ser ut til at formforbedringen, uttrykt i forholdet diameter-høyde, stort sett er avsluttet for felt A, mens den fortsetter på de andre feltene, om enn svært langsomt på feltene B og C^{I}. Det er selvsagt ikke mulig å si hvor lenge denne formforbedringen vil fortsette, men hvis bestandene fortsatt behandles etter samme tynningsprogram, er det grunn til å tro at avsmalningen på feltene med store planteavstander etterhvert vil nærme seg avsmalningen for de tettere plantningene.

Formen på den nedre delen av stammen opp til den grønne kronen er nærmere behandlet av Klem (1952).

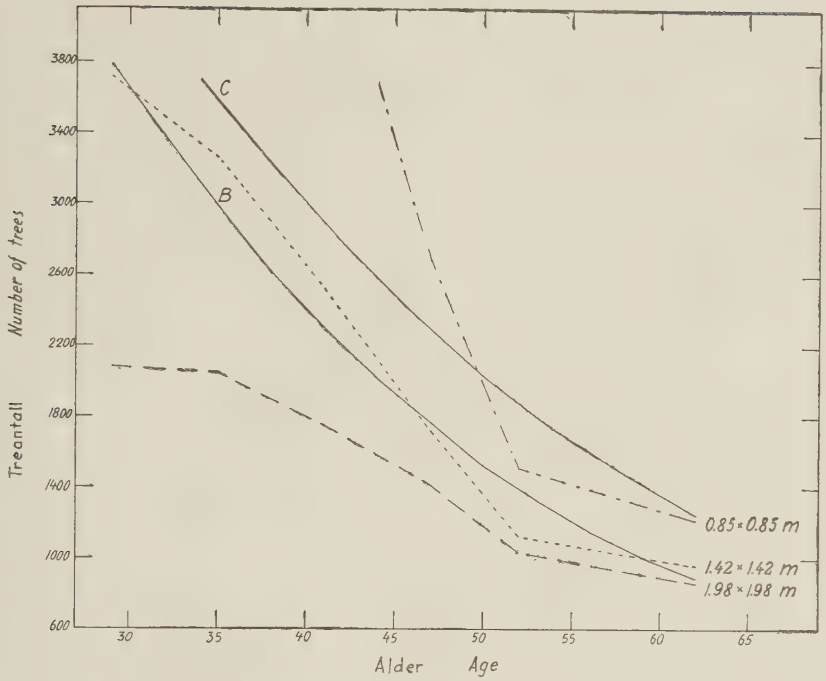


Fig. 12. Treantall og alder. Stående trær pr. ha. — Wermsdorf.
Number of trees and age. Main crop per hectare. — Wermsdorf.

IV. Wermsdorffeltene.

Feltene på Wermsdorf i Sachsen ansees som nevnt for å ligge utenfor granas egentlige utbredelsesområde. Imidlertid har feltene hatt et utviklingsforløp som stemmer meget godt med utviklingen av granbestand i Norge. Fig. 11 viser at feltene har hatt en høydeutvikling som svarer til en bonitet mellom vår B og C. Planteavstanden 1,42 × 1,42 m er tynnet så treantallet det meste av tiden har fulgt Produksjonstabellene tynningsgrad II (fig. 12) og dette har gitt en middeldiameter som faller helt sammen med Produksjonstabellenes (fig. 13).

Da vi i Norge ikke har eldre planteavstandsforsøk på denne boniteten, tror jeg resultatene fra Wermsdorf kan ha stor verdi for oss. En må ha lov til å tro at forholdet mellom de forskjellige

Tabell 13.

Wermsd
The plots

Felt nr. *Plot No.*	Planteantall *Number of trees planted*	Planteavstand *Spacing* (m.)	Alder *Age*	Stående trær *Main crop*				
				Treantall *Number of trees*	Middelhøyde *Mean height* (m.)	Middeldiam. *Mean diameter* (cm.)	Derbholz masse (m^3) *Timber volume* (*cu.m*)	Tota masse (*Tota volum* (*cu.m*
IV	13841	0,85	29	8460	6,8	6,0	43	97
		×	35	5730	8,3	7,7	82	133
		0,85	41	4694	10,9	9,3	151	191
			47	2689	13,6	11,8	186	207
			52	1507	14,4	14,3	181	190
			62	1214	16,0	16,6	219	229
VI	7831	1,13	29	4947	8,2	7,6	67	104
		×	35	4243	9,6	9,0	118	152
		1,13	41	3281	11,6	10,9	168	194
			47	2215	13,5	13,0	200	216
			52	1521	14,6	14,7	197	205
			62	1258	16,5	16,7	235	245
VIII	4959	1,42	29	3722	8,5	8,1	62	87
		×	35	3267	9,9	9,6	109	128
		1,42	41	2586	12,1	11,9	161	180
			47	1724	14,5	14,1	198	210
			52	1128	15,0	16,1	176	181
			62	965	17,0	18,3	225	234
X	3460	1,70	29	2472	7,7	8,5	42	60
		×	35	2450	9,3	9,9	80	98
		1,70	41	2140	11,4	12,0	127	142
			47	1587	13,5	14,2	168	178
			52	1327	14,3	15,6	183	190
			62	1081	16,8	17,5	226	235
XII	2551	1,98	29	2078	8,7	9,1	52	65
		×	35	2049	10,3	10,8	91	104
		1,98	41	1760	13,3	13,2	151	163
			47	1420	14,7	15,4	191	199
			52	1041	15,8	17,1	187	193
			62	864	17,7	19,1	227	234
XVI	5183	0,85	29	3643	7,5	7,2	41	62
		×	35	3278	9,8	8,8	83	104
		2,27	41	2194	12,6	12,0	140	151
			47	1522	15,0	15,0	194	203
			52	1025	16,5	17,2	195	200
			62	831	18,1	19,7	239	24
XVIII	2603	1,13	29	1919	9,4	10,0	62	7
		×	35	1886	11,5	11,5	108	12
		3,40	41	1391	13,8	14,6	157	16
			47	1055	16,1	17,1	192	19
			52	856	16,4	18,8	197	20
			62	715	18,7	21,1	242	24

Felt X ble noe skadet av frost i ungdommen.

Plot X was partly injured by frost in early years.

feltene pr. ha.
Wermsdorf per hectare.

Felte trær *Thinnings*			Totalproduksjon (m^3) *Total yield (cu.m)*		Løpende tilvekst (m^3) *Current increment (cu.m)*	
Treantall *Number of trees*	Derbholzmasse (m^3) *Timber volume (cu.m.)*	Totalmasse (m^3) *Total-volume (cu.m.)*	Derbholzmasse *Timber volume*	Totalmasse *Total volume*	Derbholzmasse *Timber volume*	Totalmasse *Total volume*
1637	—	2	43	99	—	—
2721	—	10	82	145	6,5	7,7
1045	1	10	152	213	11,7	11,3
2005	24	45	211	274	9,8	10,2
1127	45	68	251	325	8,0	10,2
293	37	39	326	403	7,5	7,8
611	—	1	67	105	—	—
704	—	3	118	156	8,5	8,5
962	2	12	170	210	8,7	9,0
1066	25	38	227	270	9,5	10,0
694	43	48	267	307	8,0	7,4
263	37	39	342	386	7,5	7,9
437	—	—	62	87	—	—
455	—	2	109	130	7,8	7,2
741	2	9	163	191	9,0	10,2
802	28	36	228	257	10,8	11,0
596	42	47	248	275	4,0	3,6
163	27	27	324	355	7,6	8,0
369	—	1	42	61	—	—
22	—	—	80	99	6,3	6,3
310	1	4	128	147	8,0	8,0
553	16	22	185	205	9,5	9,7
260	17	20	217	237	6,4	6,4
246	35	37	295	319	7,8	8,2
220	—	1	52	66	—	—
29	—	—	91	105	6,5	6,5
298	1	3	152	167	10,2	10,3
340	9	12	201	215	8,2	8,0
379	31	33	228	242	5,4	5,4
177	32	33	300	316	7,2	7,4
524	—	1	41	63	—	—
365	—	2	83	107	7,0	7,3
1084	2	11	142	171	9,8	10,7
672	11	18	207	235	10,8	10,7
499	43	46	251	278	8,8	8,6
192	34	35	329	360	7,8	8,2
343	—	1	62	75	—	—
33	—	—	108	123	7,7	8,0
495	5	9	162	176	9,0	8,8
336	17	20	214	228	8,7	8,7
199	—	27	245	258	6,2	6,0
144	—	36	325	341	8,0	8,3

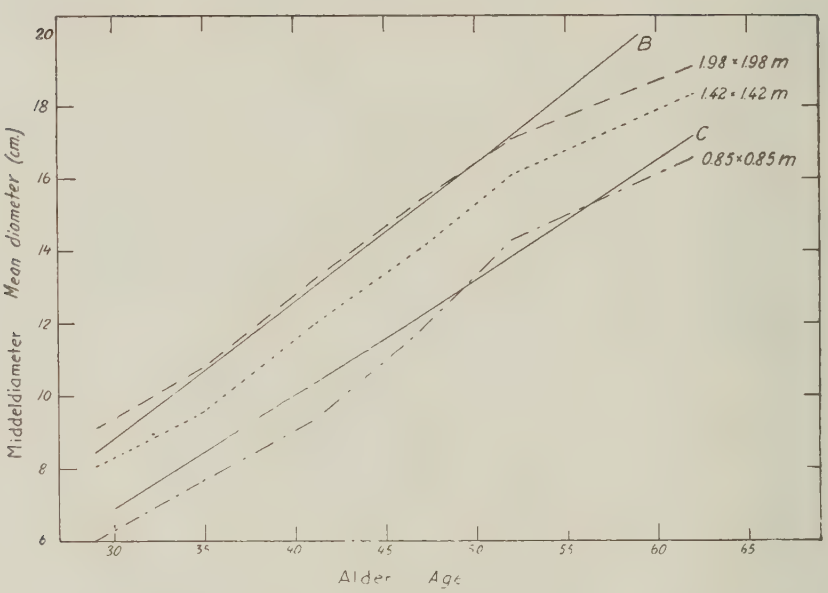


Fig. 13. Middeldiameter og alder. Stående trær. — Wermsdorf.
Mean diameter and age. Main crop. — Wermsdorf.

planteavstandene ville ha blitt omtrent det samme i Norge, og endel av resultatene fra forsøket skal derfor ganske kort refereres her.

Som nevnt er forsøket omtalt av en lang rekke tyske forskere (s. 5). Dessuten er forsøket fyldig referert av MUNKØE (1944) og av BØRSET (1947).

I tabell 13 gis en oversikt over bestandenes treantall, diameter og høyde opp til 62 år. Videre angir tabellen totalproduksjonen fordelt på stående og felte trær, samt løpende tilvekst. Såvidt en kan se gjelder alle tall med bark.

På tross av den noe langsommere høydeutvikling i de tetteste feltene, har disse produsert mest masse. Felt XII (1,98 × 1,98 m) har inntil 62 år produsert 316 m³, mens felt IV (0,85 × 0,85 m) har produsert 403 m³, det vil si 87 m³ mere. Sammenligner en Derbholzproduksjonen, er forskjellen mellom beste og dårligste felt 47 m³.

V. Momenter ved vurdering av planteavstand.

Her skal ikke tas opp noen egentlig vurdering av de forskjellige planteavstander på økonomisk basis, men bare ganske kort nevnes endel av de momenter som taler for å variere planteavstanden i den ene eller den andre retningen. (Se også Børset 1947).

Av momenter som taler for å plante med liten avstand, kan nevnes:

Stor produksjon av vedmasse.
Store muligheter for utvalg av elitestammer.
Lite behov for suppleringsplanting.
Tidlig utbytte ved tynninger (hvor avsetningsforholdene for småvirke er gode).
Stort arbeidskraftbehov (i tider med arbeidsløshet).

I tillegg til dette kommer endel teknologiske momenter bl.a.

Lite kvist.
God avsmalning.
Stor tørrstoffproduksjon.

Andre momenter taler for å øke planteavstanden, bl. a.:

Mindre behov for kulturmateriale.
Mindre behov for arbeidskraft (i tider med full beskjeftigelse).
Billigere kulturer.
Større dimensjoner ved første og senere tynninger.
Større dimensjoner ved sluttavvirkning.
Større bruttopris og billigere hogst og fremdrift pr. m^3.
Kortere omløpstid.
Bedre forrentning.

VI. Sammendrag.

På Fossum ved Skien er i tiden 1905—09 endel tidligere dyrket mark tilplantet med gran i forskjellig planteforband. I alt er det brukt 5 forskjellige planteavstander, nemlig 1,25 × 1,40 m, 1,40 × 1,65 m, 2,0 × 2,0 m, 3,0 × 3,0 m og 3,5 × 3,5 m.

Bestandet med planteavstanden 3,0 × 3,0 m har noe høyere bonitet enn de andre. Det samme er i noen grad tilfelle med 1,25 × 1,40 m bestandet.

Det ble lagt ut forsøksfelter i bestandene i 1940, og bestandene er siden tynnet 3 ganger. På det tetteste feltet (1,25 × 1,40 m) ble det opprinnelig satt ut ca. 7 ganger så mange planter som på det mest glisne (3,5 × 3,5 m), men etter tynningen i 1949 hadde feltet bare ca. 1,45 ganger så mange stående trær som 3,5 × 3,5 m feltet.

Høydeutviklingen synes ikke å påvirkes av planteavstanden, ihvertfall ikke under gode vekstvilkår, men forsøk i Tyskland tyder på at høydetilveksten kan hemmes noe i svært tette plantninger på lavere bonitet.

Trærnes krone er definert som avstanden mellom nederste grønne gren og toppen. Kroneprosenten, som er kronelengden i prosent av trehøyden, var i 1946 størst på de feltene som var plantet tett.

Diametertilveksten er meget stor (årringbredde 4—6 mm) sålenge trærne i plantningen står fritt. Når bestandene slutter seg, avtar diametertilveksten forholdsvis raskt, og når bestandene er helt sluttet, er diametertilveksten omtrent lik (årringbredde ca. 2 mm) for alle feltene uansett opprinnelig planteavstand.

Da trærne i glisne plantninger får en lenger periode med brede årringer, blir diameteren i disse større enn i tette plantninger. Ved 44 års alder var middeldiameteren i 3,5 × 3,5 m bestandet 27,7 cm og i 1,25 × 1,40 m bestandet 20,1 cm.

Den totale grunnflateproduksjon er størst i de tetteste plantingene, men differansene er vesentlig oppstått før 35 års alderen og skyldes antagelig at de tette plantningene langt raskere enn de glisne fullt ut utnytter jordbunnens produksjonsevne. Den stående grunnflate er i 1949 størst på feltene med de store planteforbandene.

I likhet med grunnflateproduksjonen er den totale volumproduksjonen størst i de tetteste plantningene. Også her er differansene oppstått før første tynning, og de vil antagelig holde seg framover i tiden. I forhold til planteavstanden 1,40 × 1,65 m har 2,0 × 2,0 m bestandet hatt 50—90 m^3 og 3,5 × 3,5 m bestandet ca. 140 m^3 mindre produksjon pr. ha.

Videre har 1,25 × 1,40 m bestandet gitt ca. 40 m³ større produksjon enn 1,40 × 1,65 m bestandet. P. g. a. bonitetsdifferanse er imidlertid denne siste forskjell for stor. En sannsynlig produksjonsøkning fra 1,40 × 1,65 m bestand til 1,25 × 1,40 m bestand burde være 15—20 m³ pr. ha.

Trærnes form uttrykt ved avsmalning i cm pr. m varierer med planteavstanden. Best avsmalning har trærne i de tetteste plantningene, men formen på de glisne feltene bedrer seg raskt etterat bestandene har sluttet seg. Hvis bestandene fortsatt tynnes etter samme program, er det grunn til å tro at avsmalningen for de større planteavstandene etterhvert vil nærme seg den som de tette plantingene har.

Da feltene på Wermsdorf i Sachsen har hatt et utviklingsforløp som stemmer bra med utviklingen av granbestand i Norge, er endel av resultatene fra disse feltene gjengitt her. Inntil vi selv får resultater fra planteavstandsforsøk på midlere bonitet må tallene fra Wermsdorf kunne være til god hjelp når en vil bestemme planteavstanden.

Noen økonomisk vurdering av de forskjellige planteavstandene er ikke foretatt, men endel momenter som taler for å variere planteavstanden er nevnt.

The Effect of Different Spacing upon Stand Development and Yield in Forests of Norway Spruce.

On LØVENSKIOLD's estate Fossum near Skien, some cultivated fields were planted to Norway spruce in the years 1905—09 with various spacings being used. In these stands, sample plots were laid out in 1940 by the Norwegian Forest Research Institute. These have later been remeasured 3 times.

A certain amount of information has already been given with respect to the plots. For one thing, KLEM has investigated the wood quality and the quality of the sulphite pulp obtained from the various stands. (KLEM 1942).

The area of the plots, spacing, and age appear from Table 1. Tables 2—7 give the number of trees, over-bark diameter, height, and over-bark volume for the thinnings made at each new measurement and for the main crop in the autumn of 1949, a summary being given in Table 8.

Since the age varies somewhat from plot to plot, it is difficult to make a direct comparison of the figures. A more comprehensive survey is obtained by the use of graphs. The graphs also show the corresponding values given in the two yield tables which are available for spruce forests in Norway. I — site class I for Western Norway (BRANTSEG 1951). A — site class A for South-East Norway and Trøndelag (EIDE and LANGSÆTER 1941).

It appears from Fig. 3 that the plots are located on a very good site, and that two of the plots stand out a little because of greater mean height. One of these plots is on sligthly sloping land and the other is on especially good soil. In these plantings

at Fossum there is, however, nothing to indicate that the height should vary with the spacing.

In Great Britain young spacing experiments have not hitherto shown any significant effect on mean height. (MACKENIZE 1951).

VANSELOW (1937, 1942, and 1950) has described spacing experiments performed at Wessling near Munich, and at Köcherhof in Baden. He came to the same conclusion, viz. that no difference could be detected in the height development for the various spacings when the plots were on a very good site.

A third comprehensive experiment carried out at Wermsdorf in Saxony was on a moderately good site. In this case it was established that open spacing gave somewhat greater height than close spacing. As this experiment may be of great importance to Noway, some of the results are summarized in Table 13 and in Figs, 11—13.

In Norway, no spacing experiments have been made on a similar site. However, until definite experimental results are available, it is safe to take into account that dense and overly dense plantings on moderately good and poor sites will be checked in their height increment as compared with more open plantings.

Table 9 gives the green crown of the trees expressed as percentage of the tree height. It appears, most surprisingly, that the plots with the largest spacing have the lowest crown percentages, meaning that the lower branches have died off more rapidly there than in the dense plantings.

The diameter increment is very great (width of annual rings 4—6 mm) as long as the trees stand openly in the plantings. When the stands close, the diameter increment decreases rather rapidly and when all gaps are filled, the increment becomes approximately the same for all plots irrespective of the original spacing. Because the trees in thin plantings have a much longer period with wide rings, the tree diameters of such plantings become larger than in dense stands. (Figs 4 and 5).

Table 10 gives a survey of the basal-area increment during the period 1940—49. In spite of the fact that plots D and E had the largest main crop basal area of the period, the increment was lowest for these plots.

EIDE and LANGSÆTER (1941, p. 392) have demonstrated that, all other conditions being equal, the basal-area increment is inversely proportional to the mean diameter of the stand, in such a manner that in two stands of the same basal area, the largest basal-area increment is to be expected where the mean diameter of the stand is lowest. At Fossum, the mean diameter of the stand for plot A was 20.1 cm, while it was 28.3 cm for plot E. Thus the difference was considerable. The fact that the basal-area increment of widely spaced plantings was lower than the increment expected on the main crop basal area is in complete agreement with the findings of EIDE and LANGSÆTER.

The results of all known spacing experiments establish that dense plantings give the highest yield. This was also the case at Fossum (Table 8 and Fig. 7). The difference developed before the first thinning, most likely because over a long period the producing power of the land had not been fully utilized by the stands with the large spacings.

It is shown in Tables 2—7 that the total increase in yield which the dense stands had over the thin ones, was taken out in the first 3—4 thinnings and to some degree in rather small dimensions.

The volume produced before the stands closed, consisted of wood with wide annual rings (from 4—6 mm to about 2 mm in breast height). The approximate values of this production are arranged in Table 11. Further yield consisted of wood with about 2—mm-wide rings.

Figs. 8 and 9 show a typical tree for 3 of the plots. It appears from these figures that the progress of growth was somewhat different for the various spacings, with the shape of the tree steadily improving on plots E and C, while it was more stable on plot A.

Table 12 gives the average tapering for the whole tree, expressed as a mean for 3 trees from each plot.

The quality problems will be treated by KLEM in a separate treatise in next number

The yield and quality of the cellulose from the plots will be treated by F. LØSCHBRANDT at the Research Institute of Pulp and Paper Industry.

Litteratur.

Borgmann, 1915: Forstliche Tagesfragen. Tharander Forstliches Jahrbuch. 66.

Brantseg, A. 1951: Kubikk- og produksjonsundersøkelser i vest-norske granplantninger. Medd. f. Vestlandets forstlige Forsøksstasjon. 9. 1.

Busse und Jachn, 1928: Wachstum und Zuwachs. Mitt. aus der Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharand II. h. 6.

Børset, O. 1947: Valg av planteavstand. Tidsskrift for Skogbruk 55.

Den 6. Nordiske Skogkongress 1947. Ekskursjon nr. 7. Vestfold-Telemarksturen, Oslo.

Eide, E. og Langsæter, A. 1941: Produksjonsundersøkelser i granskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen VII.

Fritsche, 1928: Über den Einfluss der Anbaumethode auf den Ertrag der Fichte. Mitt. aus der Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharand II. h. 2.

Haslund, O., 1947: Granskogens produksjon og kvalitet. Tidsskrift for Skogbruk 55.

Klem, G. G., 1942: Planteavstandens innflytelse på granvedens og sulfitcellulosens kvalitet. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. VIII.

— 1947: Planteavstand — produksjon og kvalitet. Tidsskrift for Skogbruk 55.

— 1948. Valg av planteavstand. Tidsskrift for Skogbruk. 56.

— 1952: Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen XI.

Kunze, 1895, 1899, 1902, 1907: Über den Einfluss der Anbaumethode auf den Ertrag der Fichte. Tharander forstliches Jahrbuch. 39, 45, 52, og 57.

Mackenzie, A. M., 1951: Spacing Experiments in Conifers. Report on Forest Research 1949/50. Foresty Commission.

Vanselow, K. 1937: Die Kulturversuche der Badischen forstlichen Versuchsanstalt auf dem Köcherhof. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 113.

— 1942: Einfluss des Pflanzenverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände, Forstwissenschaftliches Centralblatt. 64.

— 1950: Einfluss des Pflanzenverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände II. Forstwissenschaftliches Centralblatt 69.

Wiedeman, E. 1936: Die Fichte 1936. Mitteilungen aus Fostwirtschaft und Forstwissenschaft VII.

A.S JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI
BERGEN